

UNIVERSITÉ CLAUDE - BERNARD - LYON I

— MÉDECINE —

U. E. R. GRANGE-BLANCHE

Année 1980 - N° 215

LA CROISIÈRE HAUTURIÈRE

Deuxième Partie

APPROCHE D'UNE ÉTUDE DE LA RÉACTIVITÉ DE SEPT SUJETS PENDANT LA PREMIÈRE ÉTAPE DE LA PARMELIA RACE (Plymouth - Capetown : 57 jours)

THÈSE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

et soutenue publiquement le 4 Juin 1980

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Christian LECLERCO

né le 23 Juillet 1951

à LYON 6° (Rhône)



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554203_0011

UNIVERSITÉ CLAUDE - BERNARD - LYON I

— MÉDECINE —

U. E. R. GRANGE-BLANCHE

Année 1980 - N°

LA CROISIÈRE HAUTURIÈRE

Deuxième Partie

APPROCHE D'UNE ÉTUDE DE LA RÉACTIVITÉ DE SEPT SUJETS

PENDANT LA PREMIÈRE ÉTAPE DE LA PARMELIA RACE

(Plymouth - Capetown : 57 jours)

THÈSE

présentée

à l'Université Claude-Bernard - LYON

et soutenue publiquement le 4 Juin 1980

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Christian LECLERCO

né le 23 Juillet 1951

à LYON 6° (Rhône)

UNIVERSITÉ CLAUDE-BERNARD - LYON

— MÉDECINE —

U.E. R. GRANDE BLANCHE

Année 1980 - IV

LA CROISIÈRE HAUTURIÈRE

Généraliste Paris

APPROCHE D'UNE ÉTUDE DE LA RÉACTIVITÉ
DE SEPT SUJETS

PENDANT LA PREMIÈRE ÉTAPE DE LA PARMELLA RACE

Thèse - Capes : 87 (Paris)



Président

à l'Université Claude-Bernard - LYON

et soutenu publiquement le 7 juin 1980

pour obtenir le grade de Docteur en Médecine

par

Christian LECHE

né le 23 juillet 1951

à LYON 8 (France)

Liste des présidents et vice-présidents de l'Université Claude-Bernard

Président de l'Université : Pr. D. GERMAI

Vice-Président : Pr. M. DUFAY

Deuxième vice-Président : M. J.C. DUPLAN

Troisième vice-Président : Mle A. ECHALON

Secrétaire Général : M. RAMBAUD

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE DE L'UNIVERSITE

=====

MEDECINE : GRANGE-BLANCHE : Directeur M. Le Professeur P. ZECH

ALEXIS-CARREL : Directeur M. Le Professeur R. MORNEX

LYON-SUD : Directeur M. Le Professeur J. NORMAND

LYON-NORD : Directeur M. Le Docteur Y. MINAIRE (M.C.A.)

BIOLOGIE HUMAINE : Directeur : M. Le Docteur J.P. REVILLARD (M.C.A.)

TECHNIQUE DE READAPTATION : Directeur : M. Le Professeur A. MORGON

SCIENCES PHARMACEUTIQUES : Directeur : M. Le Professeur C.A. BIZOLLON

SCIENCES ODONTOLOGIQUES : Directeur : M. Le Professeur S. PARRET

INSTITUT REGIONAL D'EDUCATION PHYSIQUE ET SPORTIVE :

Président du conseil d'U.E.R. M. le Docteur
J.J. COMTET (M.C.A.)

MATHEMATIQUES : Directeur : M. Le Professeur P. PICARD

PHYSIQUE : Directeur : M. Le Professeur DELMAU J.

CHIMIE ET BIOCHIMIE : Directeur : Mme A. VARAGNAT

SCIENCES DE LA NATURE : Directeur : M. Le Professeur : Y. LEMOIGNE

SCIENCES PHYSIOLOGIQUES : Directeur : Mle Le Professeur : J.F. WORBE

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N° 1 : Directeur M.A. VILLE (Professeur)

INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE N° 2 : Directeur M.J. GALLET
(Directeur ENSAM)

PHYSIQUE NUCLEAIRE : Directeur M. Le Professeur GUSAKOW

MECANIQUE : Directeur : Mle le Professeur G. COMTE-BELLOT

OBSERVATOIRE : Directeur : M. G. MONNET (Astronome adjoint)

COMPOSITION DU JURY

- Monsieur le Professeur GUILLET
- Monsieur le Professeur FRANCOIS
- Monsieur le Professeur Agrégé LOMBARD
- Monsieur le Professeur Agrégé PHILIPPE
- Monsieur le Docteur MOURET

A Dominique

A Grégoire et Jérémie

A ma famille

A ma belle-famille

A tous mes amis

A mon grand oncle Armand NYGREN un des derniers cap.horniers
et A son fils André
brillant capitaine au long cours qui nous a initié à la voile.

A notre Président de thèse

Le Professeur René GUILLET

Il nous a fait l'honneur de bien vouloir présider notre jury.

Nous lui sommes reconnaissants d'avoir toujours accepté si aimablement de nous recevoir et de nous avoir encouragés avec autant d'enthousiasme.

Puisse ce travail ne pas le décevoir.

A Monsieur le Professeur FRANCOIS

Il nous connaît depuis l'enfance où il nous prodiguait des soins.
Nous le remercions d'avoir bien voulu juger notre travail et nous
lui exprimons notre respectueuse admiration.

A Monsieur le Professeur Agrégé LOMBARD-PLATET

Nous avons eu la chance de bénéficier de son enseignement pendant
notre stage interné.

Nous lui sommes reconnaissants d'avoir accepté de faire partie de
notre jury.

A Monsieur le Professeur Agrégé PHILIPPE

Nous le remercions d'avoir bien voulu se pencher sur notre travail
et d'avoir accepté de le juger.

A Monsieur le Docteur MOURET

Sans lui cette étude n'aurait pu être menée à bien.

Nous connaissons son immense travail et la valeur de son temps.

Nous le remercions pour son enthousiasme et espérons conserver
longtemps sa chaleureuse amitié.

En hommage au Docteur L.P. ROUSSET
que nous avons fréquemment aidé au cours
de ses interventions.
Il aimait passionnément la mer.

A MM Christian BLAISE	Informaticien Statisticien
Gabriel DEBILLY	Ingénieur à l'INSERM
Jean-Paul FENSCH	Ingénieur docteur en statistique

Ce sont eux qui ont traité nos données. Nous avons été très touchés par leur gentillesse et leur enthousiasme. Nous les remercions pour les nombreuses heures de repos qu'ils ont sacrifiées à notre étude.

A Monsieur le Professeur WILKINSON,
MRC Applied Psychology Unit Cambridge

Il nous a prêté un de ses Reaction Timer qui nous a permis de mener à bien nos expériences.

Nous l'en remercions infiniment.

A tout l'équipage anglais de SELTRUST ENDEAVOUR :

- Mike DUNHAM
- Terry EDWARDS
- Paul ROUSE
- Paul HARRISSON
- Sandy LAMB
- Jonathan CALLOW

Nous les remercions pour la gentillesse avec laquelle ils nous ont accueillis et pour la bonne volonté dont ils ont fait preuve au cours de nos expériences.

Nous les assurons de notre amitié sincère.

Nous remercions aussi :

- La Société Alpha Conseil Méditerranée (Montpellier) qui nous a permis d'obtenir les courbes biologiques de l'équipage, un des éléments de notre étude.
- Monsieur BLAGNET Président de la société ISIM
Grâce à lui nous avons pu disposer pour notre pharmacie d'un jeu complet d'attelles gonflables ATLAIR qu'il a eu la gentillesse de nous offrir.
- Le laboratoire Delagrance.

" On disait autrefois qu'il existait trois sortes d'êtres : les morts, les vivants et ceux qui naviguent".

(Aristote)

Le marin est exclu de la vie de communauté, il ne connaît ni dimanche, ni jours fériés et ne peut par son mode de vie suivre normalement le rythme du monde.

Les hommes de la mer sont-ils des hommes à part ?

PLAN

INTRODUCTION

PREMIERE PARTIE : GENERALITES

I LES RYTHMES BIOLOGIQUES - QUELQUES DEFINITIONS

II LES RYTHMES ACTIVITE/REPOS

- 1 - le sommeil
- 2 - l'éveil
- 3 - les performances
- 4 - les grandes fonctions de l'organisme et l'activité
- 5 - l'adaptation

DEUXIEME PARTIE : PROBLEMES SPECIFIQUES A LA VIE EN MER

I LES DONNEES EXPERIMENTALES

- 1 - le sommeil
- 2 - l'éveil
- 3 - l'adaptation

II LA VIE EN MER

- 1 - les quarts
- 2 - l'équilibration
- 3 - pathologie biométéorologique
 - a/ l'humidité
 - b/ l'ionisation de l'air
 - c/ la pression atmosphérique
 - d/ le vent
 - e/ ambiances thermiques chaudes
 - f/ ambiances thermiques froides
- 4 - le stress
- 5 - la vie en vase clos

TROISIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

I MATERIEL ET METHODES

- 1 - Conditions expérimentales
 - a/ la course
 - b/ le bateau
 - c/ l'équipage
 - d/ organisation de la vie à bord

2 - Protocole expérimental

- a/ les tests sportifs
- b/ les tests de vigilance
- c/ les tests d'appréciation subjective

3 - Mise en forme des données récupérées

4 - Méthode d'exploitation des données

- a/ traitement informatique sur mini-système
implanté au SEFSN
- b/ traitement informatique sur système puissant

II RESULTATS

1 - L'activité

- a/ représentation graphique
- b/ quantification globale en heures des différentes
activités
- c/ quantification du sommeil nocturne et diurne
- d/ l'autocorrélation

2 - Les tests

- a/ Les tests de vigilance
- b/ les tests d'appréciation subjective

3 - Les conditions extérieures

DISCUSSION

RESUME

CONCLUSION

BIBLIOGRAPHIE

INTRODUCTION

Depuis la nuit des temps la nature a imposé à l'espèce humaine un rythme simple d'activité/repos réglé sur 24 heures environ. L'Homme se couchait avec le soleil pour se lever avec lui, dormait la nuit et travaillait le jour en suivant l'alternance lumière/obscurité imposée par la rotation de la terre.

Avec le 20ème siècle est arrivée l'ère de l'électricité, du pétrole, de la mécanisation et du rendement. L'Homme a voulu travailler sans cesse plus vite et plus longtemps, en empiétant sur les heures de sommeil, pour répondre à des besoins sans cesse croissants.

Dans de nombreux secteurs économiques il a fallu poursuivre le travail la nuit pour assurer une continuité. Il a donc été nécessaire de créer des équipes tournantes, travaillant tantôt le jour tantôt la nuit, accroissant les problèmes d'Hypovigilance et les risques d'accidents.

L'Homme s'est ainsi lui-même engagé dans un rythme qu'il qualifie parfois "d'inférieur" ; nombreuses en sont les victimes du fait de leurs difficultés d'adaptation à cette vie très irrégulièrement déphasée.

Les données que nous nous proposons d'étudier portent sur sept sujets ayant passé deux mois, isolés sur une goélette, au large dans l'océan atlantique nord et l'océan atlantique sud entre l'Angleterre et la République d'Afrique du Sud.

Il peut paraître curieux de vouloir étudier les rythmes de vie, la vigilance, d'un nombre restreint de personnes sur un petit voilier, restant seulement quelques mois en mer. A priori cela ne peut intéresser que peu de gens dont les navigateurs qui représentent une proportion assez faible de la population. Pourquoi vouloir étudier la vie avec ses rythmes et les problèmes difficiles que cela pose parfois, dans un cadre inhabituel (la mer), dans une situation particulière (la course croisière) ? Pourquoi faire de la navigation un banc d'essai alors que presque tout le monde pense qu'il s'agit là du symbole de la plaisance, de la liberté, du calme si ce n'est du repos ? Bien sûr en mer il y a plaisance donc plaisir, mais exactement comme à terre en montagne, ou comme partout ailleurs.

En fait un équipage passant un certain temps au large peut être considéré comme une mini société vivant dans des conditions différentes et souvent difficiles. Beaucoup pensent que trois mois passés en mer équivalent à un an à terre, tellement les problèmes de la vie courante y sont concentrés dans le temps et l'espace.

La vie sur un bateau de course croisière n'est autre qu'un modèle de la vie moderne dans une partie de la société.

Les résultats de l'étude de notre modèle pourraient s'appliquer aussi bien :

- aux sports
- qu'aux problèmes fondamentaux comme ceux que posent les différents rythmes activités/repos, la réactivité, la vigilance.
- ou encore aux problèmes médicaux comme le stress, les changements d'horaires et leurs retentissements, la vie en vase clos, la fatigue....

De nombreux auteurs se sont penchés sur l'étude des différents rythmes de vie et leurs retentissements sur les rythmes biologiques de l'Homme, mais nous n'avons pas trouvé dans la littérature, d'expériences effectuées sur les voiliers de course croisière.

Nous pensons néanmoins que l'étude d'un tel modèle peut intéresser, outre les navigateurs, ceux qui travaillent dans des équipes tournantes comme il en existe beaucoup dans l'industrie, les transports, les hôpitaux etc....

Avant d'aborder l'analyse d'une partie des données recueillies, nous effectuerons dans un premier chapitre une analyse succincte des rythmes biologiques et de l'activité puis une analyse des problèmes plus spécifiques que posent la vie en mer.

PREMIERE PARTIE

GENERALITES

1- LES RYTHMES BIOLOGIQUES

QUELQUES DÉFINITIONS

Notre univers n'est qu'une succession perpétuelle d'évènements périodiques, revenant à intervalles plus ou moins longs, d'amplitude variable.

Un rythme biologique peut donc être assimilé à une fonction sinusoïdale que trois paramètres peuvent caractériser :

- 1°) - La période (T) est l'intervalle de temps qui sépare deux états identiques de la fonction considérée.
- 2°) - L'amplitude (A) d'un phénomène périodique est définie par la mesure de son excursion maximale ou minimale, (phase positive ou phase négative).
- 3°) - L'acrophase, sommet de la fonction par rapport à une origine temporelle interne ou externe.

La période peut être très différente pour différents rythmes biologiques, (entre le millième de seconde et l'année), qui peuvent être classés en trois groupes selon leur période :

- Les rythmes circadiens :

HALBERG 1959 (32) a introduit le terme circadien. Circadien signifie environ un jour (20 à 28 h.).

ASCHOFF 1960 (3) a utilisé le terme dans un sens plus restrictif, la période serait plus près de 24 h.. Le terme circadien rend mieux compte de la réalité biologique que le qualificatif nycthéméral (exactement 24 h.) qui suppose implicitement la succession jour nuit.

- Les rythmes de hautes fréquences :

ou encore appelés ultradiens ont une période inférieure à 20 h. (Rythme cardiaque, respiratoire, organisation interne du sommeil...).

- Les rythmes de basses fréquences :

leur période est supérieure à 28 h., (circaseptidiens environ 7 jours, circatrigintidiens ou circamensuels environ 30 jours, circannuels environ un an...).

Un rythme peut être totalement dépendant d'une périodicité extérieure (l'environnement), il est alors dit exogène. Le plus simple exemple est celui de la fleur qui s'ouvre le jour et se referme la nuit (19).

La périodicité de l'alternance annuelle de l'été et de l'hiver sous nos latitudes tempérées domine le comportement reproductif des plantes et donc nos habitudes alimentaires.

D'autres rythmes, et c'est selon REINBERG (65) le cas pour la plupart des rythmes biologiques, ne dépendent pas directement des phénomènes périodiques de l'environnement : ils sont alors dits endogènes.

Un rythme est dit endogène s' il peut répondre à un certain nombre de critères (19 : p 15 - 16) :

- Lorsqu'il persiste en l'absence de toute influence Rythmique extérieure susceptible d'être à son origine. On dit qu'il continue en libre cours (free running). On pense que des mécanismes centraux, ressemblant à une horloge biologique, contrôlent de tels rythmes.
- Lorsqu'il garde une périodicité circadienne quand une période différente est adoptée pour le rythme des habitudes et de l'environnement.
- S'il ne change pas immédiatement sa phase après un changement radical de phase dans le rythme des habitudes et de l'environnement.
- S'il a été entraîné vers une nouvelle période, il ne revient pas immédiatement vers son ancienne période quand les anciennes habitudes sont rétablies.
- En l'absence de toute influence rythmique extérieure sa période s'écarte quelque peu de 24 h.

Parmi ces divers rythmes endogènes ceux qui nous paraissent les plus importants dans le cadre de ce travail peuvent être soit circadiens soit ultradiens.

La température centrale représente l'exemple type du rythme endogène à périodicité circadienne.

Les premiers à avoir découvert un cycle de la température centrale sont DAVY 1845 et RINGER STUART 1877 (21-22-67). De nombreux autres auteurs ont aussi étudié et confirmé ce cycle : schéma I

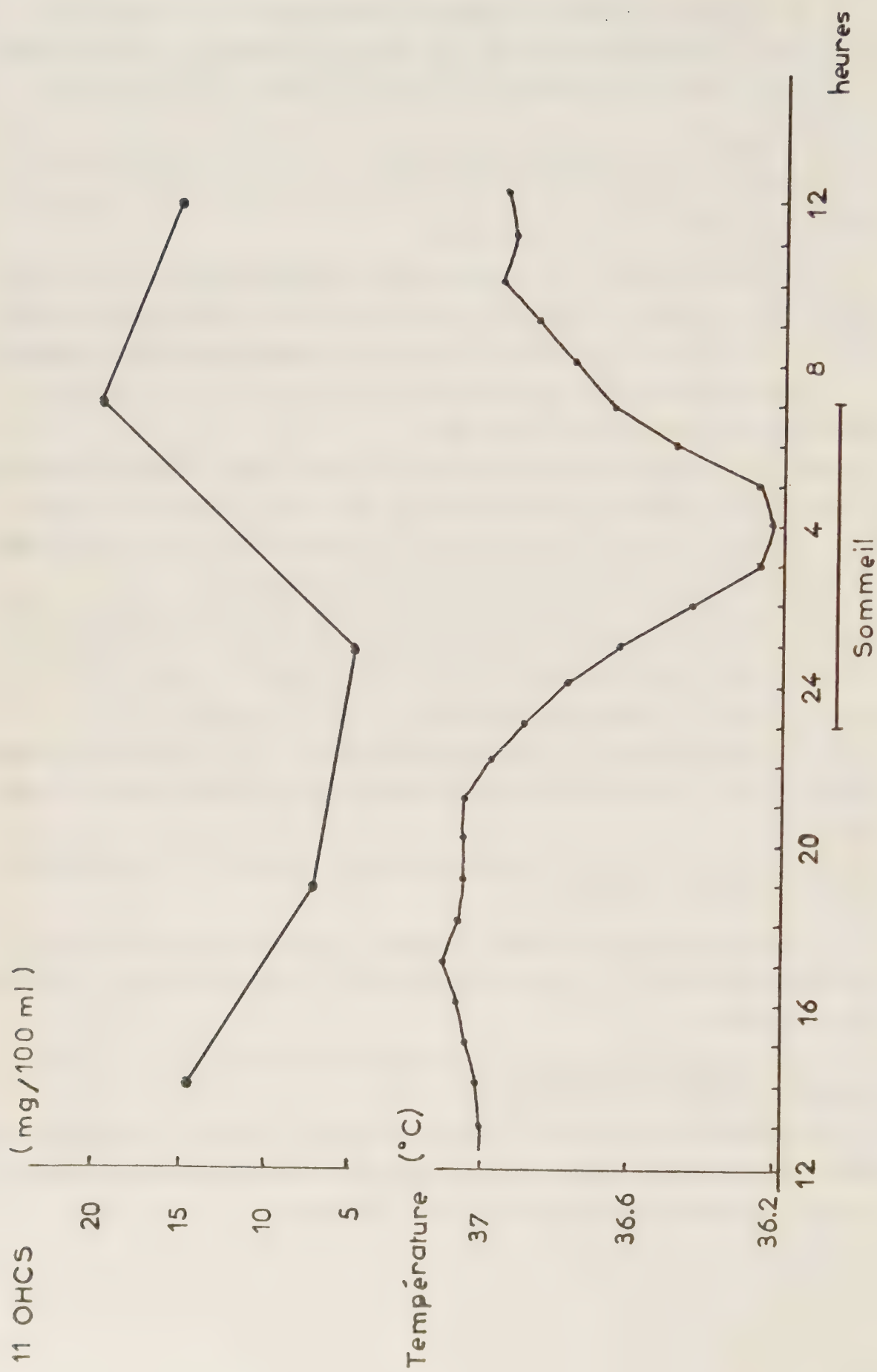


Schéma 1: Courbes de la Température et des 11 OHCS sur 24 Heures.

La température centrale commence à remonter environ 2 h. avant l'heure habituelle du lever (7 h.) pour atteindre son maximum dans l'après-midi (16 h. environ) et recommence à descendre jusqu'à son minimum pendant le sommeil, vers 4 h.

Les variations de la température liées à l'activité s'inscrivent sur son schéma circadien en le modulant, (17).

Il en va de même pour les hormones corticosurréaliennes qui suivent le même genre de rythme circadien avec un taux élevé à l'heure habituelle du lever et un taux minimum au milieu de la nuit (30-31-60-19).

Ces rythmes de la température centrale et des hormones corticosurréaliennes sont les deux plus beaux exemples de rythme circadien endogène. Ils gardent ce type de répartition temporelle dans les conditions normales, ou plutôt traditionnelles, d'activité/repos. Ils ont une inertie très importante, c'est-à-dire que lorsque des sujets inversent brutalement et complètement leurs rythmes de vie, les courbes de la température et des hormones corticosurréaliennes s'inversent complètement aussi, mais au bout d'un temps de latence plus ou moins variable (deux à trois semaines) suivant la fonction considérée et les individus (18-68-35-46-19-81).

D'autres rythmes endogènes ont une périodicité ultradienne. L'étude du comportement de veille et de sommeil du nouveau-né amena KLEITMAN à émettre en 1953 l'hypothèse d'un cycle ultradien de base activité-repos surimposé au cycle circadien de l'éveil et du sommeil. Ce rythme se manifesterait pendant le sommeil par la périodicité d'épisodes de sommeil paradoxal et pendant l'éveil par des fluctuations périodiques de la vigilance. La périodicité de cette activité ultradienne serait d'environ 90 minutes chez l'adulte.

La Fréquence cardiaque fait partie du domaine des rythmes ultradiens (70 pulsations par minute en moyenne). Elle subit des variations en réponse à un stress ou une activité, mais qui s'inscrivent plus ou moins sur une courbe porteuse ayant une périodicité circadienne et parallèle à la courbe de température (42 - 20).

Toutes ces rythmicités endogènes vont être modulées par l'influence du milieu. Les variations cycliques de l'environnement sont capables de modifier, de réguler les principaux paramètres des rythmes biologiques. Ces facteurs de l'ambiance sont appelés des synchroniseurs par HALBERG, zeitgeber par ASCHOFF, ou entraining agent par PITTENDRIGH.

Le soleil et la lune sont deux exemples de possible synchroniseurs extérieurs.

- Le soleil est l'horloge terrestre, réglée sur une périodicité de 24 h.. La rotation de la terre sur son axe règle l'alternance plus ou moins régulière jour/nuite et donc l'organisation de notre vie sociale avec notre rythme veille sommeil. L'inclinaison régulière de la terre règle la périodicité des saisons.

- On retrouve le même exemple de périodicité dans le mouvement rotatoire de la lune. Sa révolution synodique autour de la terre s'effectue en rigoureusement 29 jours et demi. Elle est responsable des phénomènes alternatifs des marées et règle ainsi la vie d'une certaine faune maritime découverte épisodiquement aux grandes marées d'équinoxes.

La nature des synchroniseurs varie selon les espèces. L'alternance de la lumière et de l'obscurité est déterminante pour la plupart des homéothermes, mais chez l'homme les synchroniseurs sociaux semblent aussi importants. Il existe en fait pour chaque espèce un grand nombre de synchroniseurs organisés hiérarchiquement, qui coopèrent dans les conditions normales.

Les expériences d'isolement "hors du temps" en libre cours (SIFFRE .m., ENGLENDER .ph., CHABERT J., etc...) ont permis de mettre en évidence l'importance de ces synchroniseurs sociaux dans le maintien d'une synchronisation des rythmes biologiques avec l'environnement.

Comme une horloge qui ne reste jamais vraiment à l'heure et a besoin régulièrement d'être réglée, un rythme endogène dont la période en libre cours n'est pas exactement de 24 h., peut être constamment réajusté par certains facteurs environnementaux, les synchroniseurs.

Le lever à heure fixe est fondamental pour resynchroniser l'ensemble des grandes fonctions de l'organisme (19).

2- LES RYTHMES ACTIVITE / REPOS

La plupart des hommes dans le monde vivent dominés par une périodicité simple, l'alternance de la lumière et de la nuit. Le jour peut être plus long l'été, ou plus court en hiver, l'alternance jour (éveil) / nuit (sommeil) reste toujours très proche d'une périodicité circadienne. Toute notre vie sociale en dépend (19).

On peut supposer aisément que nous nous réveillons le matin car nous avons eu un certain nombre d'heures de sommeil et que nous restons éveillés car il y a toutes les informations sensorielles de la vie sociale qui nous stimulent. Le soir nous aurions sommeil car avec la nuit le lot d'informations stimulantes diminue (73). Le rythme de l'éveil et du sommeil serait-il exogène ?

LEVI 1966 (50) a gardé des soldats éveillés pendant trois jours en leur faisant faire des exercices de tirs toutes les 3 heures pour évaluer leur fatigue. Ils étaient soustraits à l'influence du rythme jour/nuit. Leur fatigue s'accroît très rapidement pendant les heures correspondant à la nuit, pour diminuer pendant les heures correspondant à la journée et ce très régulièrement. Cette expérience montre l'existence d'un rythme circadien endogène des épisodes d'éveil et de sommeil, synchronisé normalement par l'obscurité et la lumière.

La principale conséquence de l'avènement de la lumière artificielle a été que l'Homme s'est couché plus tard le soir et s'est aussi levé plus tard le matin, tout en restant proche d'une périodicité de 24 h.. Une deuxième conséquence a été l'apparition du travail nocturne avec la nécessité de création d'équipes tournantes ayant pour effet la perturbation du rythme éveil/sommeil avec tous les problèmes d'adaptation que cela comporte.

La littérature est riche d'études sur le sommeil. Beaucoup d'auteurs ont cherché à percer les mystères qui l'entourent et le composent. La mythologie le compare à une mort transitoire, le sommeil frère de la mort.

1°/ - LE SOMMEIL

L'étude des enregistrements polygraphiques qui a commencé aux U.S.A. avec l'école de DEMENT et KLEITMAN a été très importante pour analyser l'organisation interne du sommeil.

C'est un phénomène considéré comme actif ; il est subdivisé en 5 stades dont nous résumerons brièvement certaines des caractéristiques (69 - 80) :

- Du stade I (sommeil léger de la phase d'endormissement) au stade IV (sommeil profond) le sommeil classique est caractérisé par une augmentation progressive de l'amplitude générale des ondes corticales et leurs ralentissements aussi progressifs.
- Le stade V appelé REM (Rapid Eyes Movements) ou sommeil paradoxal, correspond à la phase d'activité onirique (le rêve). Ce type de sommeil est appelé paradoxal car il associe d'un seul coup une activité corticale proche de celle de l'éveil et une atonie musculaire complète avec cependant une activité oculomotrice très importante.

Lorsque le sujet a un sommeil nocturne il passe successivement après la phase d'endormissement aux stades II, III, et IV, puis apparaît, après un bref retour au stade II, le premier épisode (court) de S.P. Sommeil Paradoxal 120 minutes après l'endormissement. Ensuite il y a réapparition de stades III, IV puis II et nouvel épisode de S.P.. La nuit se continuera avec une succession essentiellement de stades II et de S.P. dont la périodicité de 90 minutes semble déterminée génétiquement. Pendant la nuit la quantité de stade IV diminue alors que celle de S.P. augmente (79).

Après une inversion aigüe du rythme activité/repos l'organisation interne du sommeil diurne sera modifiée au moins pendant les quinze jours à trois semaines que nécessite son adaptation au nouveau rythme.

La répartition des stades III et IV n'est pas modifiée mais on observe une nette prédominance du S.P. pendant la première moitié du sommeil et une diminution parfois très importante de sa latence d'apparition après la phase d'endormissement.

Les épisodes de S.P. sont fréquemment interrompus par des éveils, surtout dans la deuxième moitié du sommeil diurne, et leurs durées moyennes sont raccourcies. Leur rythme ultradien est respecté mais on observe une augmentation du nombre de changement de stades.

L'inversion brutale du rythme veille/sommeil provoque d'importantes altérations de l'organisation interne du sommeil surtout si celui-ci commence tôt le matin ou dans la matinée. Ces modifications portent essentiellement sur la répartition du S.P. qui semble soumis à une influence circadienne.

Ces résultats sont confirmés par de nombreux auteurs dont : MARON 1964, WEBB et AGNEW 1967, KARACAN 1970, MOSES et Coll..., TAUB et BERGER 1973, GLOBUS et Coll... 1972, FORET BENOIT 1974, EVANS et Coll... 1972.

En fait, il ne faut pas oublier que l'éveil est plus important que le sommeil. Nous dormons le tiers de notre vie, et c'est nécessaire, mais ceci a pour corrolaire que nous sommes éveillés pendant les deux tiers du temps. Il est évident que l'éveil est autrement plus important pour la vie et la survie d'une espèce que ne l'est le sommeil.

2°/ - L'EVEIL

L'éveil nous met en principe en relation avec le monde extérieur. C'est un phénomène actif. Il associe normalement deux éléments :

- une activité corticale d'éveil,
- avec un comportement d'éveil.

Il arrive que ces deux éléments soient dissociés dans certaines circonstances pathologiques ou à la limite de la physiologie classique. Un sujet qui suit une conférence a par moment un comportement d'éveil alors que l'électroencéphalogramme (EEG) montre des éléments de sommeil ; ceci a été remarqué également sur certains conducteurs conduisant sur les autoroutes. (communication personnelle du Dr. J. MOURET).

Ces phénomènes nous intéressent particulièrement car ils introduisent la notion de vigilance.

La vigilance est une condition nécessaire qui permet à l'individu d'assurer sa survie, son autonomie, son information et son action sur l'entourage.

L'attention est l'aspect psychologique majeur de la vigilance, elle est volontaire, concentrée dans l'attente d'un signal extérieur.

Que l'éveil soit diurne ou nocturne il faut :

- être vigilant pour être efficace.
- que l'Homme qui travaille puisse oeuvrer avec toute l'adresse et la sécurité nécessaire quelque soit l'heure.
- quand il devient nécessaire de travailler la nuit il y a un inévitable conflit entre l'entraînement par les zeitgebers sociaux et environnementaux et le nouveau rythme activité/repos. Il faut pouvoir s'adapter.

De la qualité de cette vigilance va découler la qualité des performances que l'Homme doit effectuer pendant son travail.

3°/ - LES PERFORMANCES

En général, chez l'Homme la phase de performances minimum a lieu la nuit quand l'efficacité n'est pas requise normalement. De nombreux auteurs s'accordent pour dire que la qualité et le rendement du travail diminuent progressivement pendant la nuit pour arriver à un minimum entre 3 h. et 6 h..

Toute personne qui reste éveillée la nuit dira qu'il y a un moment où elle a la sensation d'une fatigue accrue, qu'elle a vraiment sommeil et envie de se coucher. Quelques instants plus tard il y a réapparition d'un éveil plus intense et ceci est identique que l'éveil soit pour le plaisir, le travail, ou les besoins d'une expérience (19 - 50).

Les facultés mentales sont élevées le matin et plus faibles l'après-midi (8-9-72-1-41-36). Le pic matinal aurait une localisation variable en fonction du lever des personnes (34), apparaissant plus tôt (vers 10 h. 30) pour ceux qui se mettent au travail à 7 h. 30.

Les facultés motrices sont inversement plus faibles le matin et plus importantes l'après-midi (26-45-34).

Par contre un déclin post-prandial (entre 13 h. et 14 h.) est commun aux facultés mentales et motrices (62-27-48-59-85).

Des études expérimentales sur les fluctuations de l'attention ont été réalisées par de nombreux auteurs.

BJERNER 1949 (6) a fait des études sur cinq sujets qui restaient éveillés la nuit, étendus au repos, et dont l'éveil était vérifié par des tests de réactions et des enregistrements polygraphiques. Les temps de réactions étaient plus longs entre 4 h. et 6 h., de même que les rythmes des tracés étaient bas aux mêmes heures.

Les erreurs, ou/et le mauvais rendement, les temps de réactions très lents ont lieu tôt le matin pour ADKINS 1964, BROWNE 1949, BJERNER HOLM SVENSSON 1955.

Jusqu'ici nous avons défini les rythmes biologiques, et donné des exemples de grandes fonctions de l'organisme évoluant sur un mode circadien ou ultradien. Nous avons volontairement choisi de les isoler pour mieux les décrire et les situer. En fait ces divers éléments apparaissent le plus souvent comme étant liés entre eux et synchronisés par l'heure habituelle du lever.

4°/ - LES GRANDES FONCTIONS DE L'ORGANISME ET L'ACTIVITE

Les cycles de la température centrale de l'organisme et des hormones corticosurrénaliennes sont synchronisés par l'heure du lever mais également certaines fonctions cardiovasculaires dont la tension artérielle et la fréquence cardiaque (11-38-39-56).

- La tension artérielle augmente rapidement à l'heure habituelle du lever, reste élevée pendant l'éveil pour redescendre pendant le sommeil. Les variations de la tension artérielle, que ce soit pendant l'activité ou pendant les différents stades du sommeil, s'inscrivent sur cette porteuse circadienne (14-66-87-69).

- La fréquence cardiaque réagit très rapidement face à la demande extérieure. Les variations de son rythme suivent une courbe parallèle à celle de la température (20-42-70).

S'il est évident que la température est liée au métabolisme général de l'organisme, il en va de même pour la qualité des performances. - BROWN et KLEITMAN pensent que la courbe des performances suit la courbe de température (13 - 42). Mais le travail par roulement ou l'inversion aigue de rythme ayant pour conséquence la perte d'une certaine quantité de sommeil, la fatigue plus le manque de sommeil réduisent la corrélation entre les courbes de température et des performances.

Ceci pose le problème délicat qu'est celui de la faculté d'adaptation des sujets aux différents rythmes activité/repos.

5°/ - L'ADAPTATION

L'adaptation des individus à des horaires de travail alternants est très variable et parfois très difficile. L'âge est un facteur qui peut en accroître les difficultés (24 - 76).

Un certain nombre de troubles peuvent se révéler plus ou moins rapidement :

- Des troubles gastriques dont on peut supposer l'origine dans la perturbation des sécrétions et le décalage des heures de prises alimentaires.
- Des troubles du cholestérol. Le taux de cholestérol qui normalement reste stable serait élevé chez ceux qui travaillent en horaires alternants et ont des troubles du sommeil. Il n'est pas impossible que certains types d'insomnie éventuellement liés à des troubles du rythme veille/sommeil puissent être en corrélation avec des taux élevés de cholestérol sans savoir exactement si c'est causal ou non (69).
- Des troubles du comportement se manifestent par de l'anxiété, instabilité ou irritabilité...
- Une apparition plus rapide de la fatigue. Certains sujets dorment mal le jour car leurs heures de sommeil sont changées mais aussi parce qu'il y a la lumière du jour, il y a du bruit et peut-être aussi car eux dorment alors que le monde est actif tout autour.

L'exposition aux bruits, pendant ces heures de travail irrégulières, n'est sûrement pas étrangère aussi à l'apparition de tous ces troubles par l'intermédiaire d'une augmentation de la vaso-constriction périphérique de la mobilité intestinale, des sécrétions de cathécholamines etc... (15).

L'inertie du rythme activité/repos est très faible alors que celle du rythme des hormones corticosurrénaliennes est très importante. De ce fait, lorsque le sujet décale son heure de lever du jour au lendemain, le cycle hormonal n'ayant pas changé, il se lève au moment du taux le plus bas. Cela peut faciliter l'apparition des différents symptômes en rendant le sujet plus sensible aux stress.

Il arrive que les courbes de la température et des hormones corticosurrénaliennes ne se synchronisent pas sur le nouveau rythme d'activité. Cela peut être dû à d'importantes différences interindividuelles mais aussi dû au fait que certains sujets, dès qu'ils sont de "repos", reprennent les habitudes acquises pendant le rythme de vie traditionnelle (habitudes sociales, alimentaires... qui sont de puissants zeitgebers) ce qui rend plus difficile une adaptation complète à long terme (4-10-44-51).

Nous avons dans ce chapitre de généralités tenté de faire une analyse succincte des rythmes biologiques de l'Homme dans son cadre de vie citadine ainsi qu'en fonction de son activité.

Nous savons maintenant avec quelle difficulté la périodicité de certains rythmes endogènes peut être modifiée du fait de leur grande inertie. Il est donc légitime de penser que désynchroniser les rythmes circadiens puisse avoir, à long terme, un certain retentissement physiologique (24). Dans l'industrie, les hôpitaux et bien d'autres lieux de travail la durée de la période de rotation est traditionnellement de sept jours. Elle est trop longue ou beaucoup trop courte car elle brise le rythme au moment où l'individu commence à s'adapter. Pourtant le problème capital est la nécessité d'être vigilant donc "performant" à tout moment de l'activité et ce tout au long de la vie sur ce rythme anormal.

Si nous avons choisi de prendre pour cadre d'étude la mer, il y a deux raisons :

- Tout d'abord c'est un milieu qui nous est cher depuis longtemps.
- Mais surtout un milieu où le problème de la vigilance est fondamental, car vivre en mer implique au minimum d'assurer sa survie, donc des tours de veille permanents sur un rythme polyphasique et non plus seulement sur un rythme d'inversion aigue.

DEUXIÈME PARTIE

PROBLEMES SPECIFIQUES A LA VIE EN MER

Nous ne pensons pas que les marins soient des hommes "à part", seulement ils vivent au milieu d'éléments qui ne sont pas familiers à beaucoup d'entre nous, et sont coupés du monde et de leurs familles pendant plusieurs mois successifs.

D'une façon générale, qu'il soit professionnel ou amateur, un équipage vivant en mer peut être considéré comme une mini société pouvant servir de support à l'étude des rythmes activité/repos et leurs retentissements. En effet les problèmes de la vie courante sont, au large, concentrés dans le temps et l'espace, et donnent un bon reflet de la vie à terre.

Les hommes de quart, quelque soit l'heure, doivent être "présents", c'est-à-dire rassembler toutes les qualités de vigilance pour rester dans l'attente d'un signal extérieur qui déclenchera une série de réflexes, acquis avec l'expérience, tendant à assurer la survie, l'autonomie et la vitesse du bateau.

La qualité de cette vigilance dépend de plusieurs éléments parmi lesquels : la qualité, la quantité et la localisation dans le temps du sommeil précédent, l'intensité d'attention requise, l'adaptation du sujet etc...

Nous n'avons pas pu trouver dans la littérature d'expériences effectuées à bord de voiliers. Néanmoins de nombreuses études ont été réalisées à terre sur des sujets soumis à un rythme veille/sommeil infradien expérimental.

1. LES DONNEES EXPERIMENTALES

1°/ - LE SOMMEIL

Après une période de privations expérimentales de sommeil, le sujet peut récupérer librement, mais lors d'un travail de plusieurs mois suivant des horaires irréguliers il n'en va pas de même : le sujet doit s'adapter et suivre ce nouveau rythme de vie.

Dormir à n'importe quelle heure de la journée permet-il une récupération ?

FORET et LANTIN 1972 ; WEITZMAN et Coll. 1974 ; CARSKDON DEMENT 1975 ; MOSES et Coll. 1975 ; WEBB et AGNEW 1975 ont fait des études sur les rythmes polyphasiques de l'activité/repos.

Le fractionnement du sommeil en plusieurs siestes réparties régulièrement au cours du nycthemère peut entraîner une réduction du temps de sommeil total par 24 h., avec une diminution du temps de Sommeil Paradoxal (S.P.).

Pour les périodes de repos commençant la nuit, le pourcentage de S.P. augmente avec la durée du sommeil. En contre-partie, à durée de sommeil égale lorsque celui-ci débute le matin, le pourcentage de S.P. est d'emblée plus élevé, avec de plus nombreux éveils, et donc une augmentation de la quantité de stades I et II.

En règle générale, le sommeil de la première partie de la journée correspondrait à un sommeil de fin de nuit (plutôt qu'à un sommeil de période de récupération) et le sommeil de la deuxième partie de la journée à celui de début de nuit. Des enregistrements EEG de la période de sommeil commençant en fin d'après-midi et interrompue le soir par le travail montrent une organisation interne semblable à celle d'un

sommeil de début de nuit classique et ce, même au bout de plusieurs mois à ce rythme là (24).

Le facteur le plus important dans la détermination de la structure de la périodicité interne du sommeil semble l'heure de la journée où il se déclenche (2).

L'étude de l'organisation interne du sommeil au cours des rythmes polyphasiques de l'activité nous intéresse, dans la mesure où ils procurent une récupération à l'organisme. Mais les périodes du cycle qui nous préoccupent sont en fait les périodes d'éveils pendant lesquelles la vigilance est requise.

2°/ - L'EVEIL :

La qualité de l'attention est variable, en fonction du moment de la journée et en fonction de la qualité, de la quantité et de la localisation dans le temps du sommeil précédent.

WILKINSON (83) a fait des expériences de privations partielles de sommeil et effectué des tests de détection de signaux le matin, l'après-midi et le soir. Ces tests ont été pratiqués après deux nuits de sommeil de différentes quantités pour chaque sujet (7 h 30, 6 h, 5 h, 4 h, 3 h).

La qualité des performances et leurs résultats diminuent parallèlement à la réduction des quantités de sommeil, mais ils sont toujours meilleurs en début de soirée que le matin.

ANGIBOUST et GOUARS (2) ont effectué des expériences sur le personnel aéronautique réparti en plusieurs groupes. Le groupe qui a travaillé de 3 h à 5 h du matin sans sommeil préalable voit sa performance la plus dégradée. Mais pour ce même travail, aux mêmes heures, un sommeil préalable deux heures dans des conditions mêmes précaires est susceptible d'élever le niveau d'éveil et des performances, à un niveau voisin de celui obtenu par le groupe travaillant le jour.

En plus des fluctuations de la vigilance en fonction du moment, de grandes variations interindividuelles existent, fonction des capacités d'adaptation.

3°/ - L'ADAPTATION :

Aucun phénomène d'habituation n'est apparu au fil des mois d'une activité polyphasique, ce qui serait en faveur d'une grande rigidité du rythme circadien du sommeil (24). Il n'a pas été observé de changement régulier dans sa structure interne.

Le sommeil du début de journée reste un sommeil de fin de nuit, et celui commençant en fin d'après-midi correspond toujours au sommeil de début de nuit. Mais d'un autre côté il serait hasardeux de prétendre que le sommeil du matin riche en S.P. est moins bon qu'un sommeil mieux structuré dans d'autres cas.

KLEITMAN en 63 (45) tenta de soumettre un sujet à un rythme de 12 h en lui permettant de dormir deux fois par 24 h (de 4 h à 7 h et de 16 h à 19 h). Bien que ce rythme ait été bien supporté, la courbe thermique demeura circadienne pendant les 33 jours de l'expérience.

LIDDLE et ORTH (52 - 61) firent le même type d'expérience tout en dosant la concentration plasmatique du cortisol. Ils constatèrent que le taux sanguin suivait ce nouveau rythme. Ces résultats tendraient à suggérer que le cortisol suivrait le rythme des habitudes de sommeil plutôt que le rythme circadien.

L'adaptation physiologique est délicate, parfois même impossible. Le dernier exemple que nous citerons est celui des conducteurs de trains qui représentent un cas typique de rythme de vie irrégulier. Les conducteurs confirment qu'en dépit des mois et années de travail il est toujours difficile de rester vigilant vers 4 - 5 h le matin (24).

Pourtant l'organisme a beaucoup de ressources. La volonté qu'ont certaines personnes de vouloir s'adapter à des réveils et réendormissements fréquents entraîne peut-être une adaptation plus psychologique que physiologique. Cela peut avoir pour conséquence l'apparition d'un

certain nombre de symptômes comme fatigue diurne, lombalgies, troubles de l'attention, irritabilité, anxiété, accès de sommeil diurne et aussi des troubles neuro-endocriniens particulièrement fréquents chez les hôtesses de l'air.

Ces données expérimentales proviennent de rythmes étudiés à terre. Il est nécessaire de les replacer dans le cadre de notre étude, la navigation à la voile, car beaucoup d'éléments perturbateurs se surajoutent.

2 - LA VIE EN MER

La vie en mer est très différente de la vie à terre. L'environnement peut être considéré comme plus ou moins hostile, le cadre de vie restreint. Nombreux sont les éléments qui imposent leurs rythmes à l'Homme et peuvent ainsi avoir une incidence directe sur son comportement.

1°/ - LES QUARTS :

Sur un bateau, la vie s'organise au rythme des quarts qui ne tiennent pas compte de l'alternance lumière/obscurité. Il faut bien souvent travailler la nuit et dormir le jour. Le sommeil déjà perturbé par un rythme d'activité infradien, l'est encore plus par les mouvements du bateau donc de la couchette et par les bruits de toute nature (manoeuvres de pont, winch etc...). Le sommeil est entrecoupé de réveils très fréquents, et la qualité de l'éveil qui suit a donc des chances d'être très altérée.

A la fin d'un quart, la bordée descendante réveille la bordée montante. Les équipiers ont alors vingt minutes pour se préparer et recouvrer leurs esprits ; mais il arrive parfois que tout l'équipage soit appelé en catastrophe et doive être présent sur le pont en une minute. De grandes différences de réaction apparaissent en fonction des individus et du stade du sommeil pendant lequel ils ont été réveillés : certains retrouvent leurs facultés en une minute, d'autres en plusieurs dizaines de minutes (77 - 36 - 19). La conséquence directe de cette hypovigilance est le risque d'accident au cours des manoeuvres délicates surtout lorsqu'elles sont nocturnes.

Le rythme polyphasique de l'activité, par son retentissement sur la quantité de S.P. et surtout sur la faculté de concentration entraîne une diminution de la capture de l'information. Les événements apparaissant au cours d'une nuit sans sommeil sont moins bien enregistrés et

ce d'autant plus que la vie uniforme, dans un cadre monotone puisque toujours identique, entraîne un manque de repère temporo-spatial. Tous ces éléments favorisent l'apparition de troubles de la mémoire et obligent les marins à avoir un livre de bord scrupuleusement à jour (69 - 84).

Lorsque la nouvelle bordée de quart se lève, le premier réflexe, qu'elle a plus ou moins consciemment, est de juger l'état de la mer par le bruit de l'eau contre la coque, du vent dans les haubans, mais surtout par les mouvements du bateau qui rendent les séances d'habillage bien souvent périlleuses du fait du déséquilibre.

2°/ - L'EQUILIBRATION :

L'un des éléments très important qui témoigne de l'adaptation de l'Homme à la vie sur terre est l'équilibration qui le maintient en position érigée. Ce mécanisme pourrait paraître banal et ne pas faire l'objet d'une étude, mais ce serait oublier que c'est lui qui autorise tous nos mouvements, nos activités.

L'Homme est soumis à une force permanente, celle de la pesanteur. Chaque espèce animale est caractérisée par une adaptation à cette attraction qui se traduit par le maintien d'une "attitude fondamentale" qui permet l'accomplissement de ses fonctions locomotrices.

Cette position fondamentale répond à la nécessité physique de la projection du centre de gravité dans la surface d'appui, mais elle ne répond pas forcément aux autres exigences de la mécanique. Chez l'Homme la rectitude de la colonne dans la position verticale n'est due qu'à la tension des muscles vertébraux ; les viscères abdominaux sont maintenus en place par la tension de la sangle abdominale.

Ce défi aux lois de l'économie mécanique répond à des exigences physiologiques :

- de mobilité,
- de meilleure utilisation des différents membres.

Trois types de facteurs vont tendre à détruire cette attitude fondamentale :

- la pesanteur,
- les différentes forces extérieures,
- les déplacements actifs de l'individu.

L'équilibration est donc l'ensemble des réactions qui stabilisent l'individu dans la station érigée et dans les déplacements actifs et passifs, c'est-à-dire qui lui permettent soit de maintenir son attitude fondamentale soit d'y revenir quelles que soient les circonstances.

- Un certain nombre de réactions permettent de la réaliser :

- . les réflexes innés,
 - . les réactions acquises.
- Les informations qui interviennent pour assurer l'équilibre normal sont essentiellement d'origine labyrinthique, visuelle, proprioceptive (articulation, muscles, tendons) et tactile.

L'activité posturale ou le maintien de l'équilibre normal sur la terre ferme fait appel à des mécanismes inconscients. Ces derniers s'accompagnent d'une sensation consciente, le sens de l'équilibre qui renseigne l'individu sur la position de sa tête ou de ses membres par rapport à la verticale, et sur les accélérations subies par l'organisme.

Dans la vie de tous les jours, l'Homme qui marche sur une base généralement stable, ne se soucie guère des problèmes de l'équilibration.

Il en va tout autrement au large, sur un bateau qui bouge perpétuellement sous les pieds et qui parfois fait plus que vous déséquilibrer, il vous propulse sur un angle vif ou par-dessus bord. Le souci d'équilibration est constamment présent à l'esprit des équipiers qui, au début d'une course croisière, ressemblent plus à des pinguins se dandinant sur le pont qu'à des coureurs de haute mer. Au fil des jours il y a une habitude, ils apprennent à anticiper sur les mouvements du bateau et acquièrent un déplacement souple et sûr.

Dans toutes positions de déséquilibre, les réflexes bien éduqués sont généralement décrits de la façon suivante :

- élargir son polygône de sustentation,
- abaisser son centre de gravité,
- et rechercher trois points d'appui (en général deux pieds et une main).

Trois points d'appui sont peut-être suffisants si la base est stable ou animée de mouvements lents et de faible amplitude dans le plan frontal du sujet. Si ces mouvements deviennent brutaux et passent dans un plan qui tend à devenir sagittal, l'équilibre est fortement compromis.

Quelle est la personne qui ne s'est jamais trouvée dans un autobus, bien campée sur ses deux pieds écartés, une main solidement accrochée à la poignée au-dessus de sa tête : à l'arrêt il n'y a pas de problème, puis l'autobus démarre, le voyageur pivote autour de sa main, quand survient un coup de frein il pivote en sens inverse. Notre voyageur comprendra très vite qu'il a besoin de sa deuxième main pour bloquer sa rotation.

On comprend aisément que sur le bateau les difficultés soient majorées puisqu'il y a le tangage, le roulis, qu'il y a interaction entre les deux et qu'en plus s'ajoutent des problèmes d'accélération - décélération lorsque le bateau bute plus ou moins fort dans une vague puis repart.

Nous pensons donc que bien souvent quatre points d'appui sont nécessaires. Parfois même, dans certaines circonstances, une troisième main serait utile surtout lorsqu'il faut barrer dans le très gros temps (nous retrouvons en fait la présence de cette 3ème main par l'utilisation du harnais de sécurité croché serré).

Certains sujets peuvent, à la suite d'une éducation spécialisée, acquérir des réactions qui leur permettent :

- soit de garder, soit de revenir à leur position fondamentale malgré l'intervention de forces extérieures puissantes ou de mouvements inhabituels ;
- soit de maintenir quelques minutes une attitude qui s'écarte de cette position fondamentale.

Les équilibres ainsi réalisés et nécessaires à la vie en mer sont appelés équilibres de "LUXE".

Débarrassé des soucis de sa coordination motrice par les réflexes acquis, l'équipier gardera toutes ses facultés intellectuelles de vivacité, de tactique, d'appréciation du danger et de conduite à tenir devant une situation grave.

A ce travail musculaire continu d'équilibration s'ajoute un travail discontinu, parfois intense, plus ou moins prolongé et répété qui consiste à effectuer les manoeuvres. Les efforts qu'elles nécessitent se font tout en essayant de garder l'équilibre, donc dans des positions souvent périlleuses ou malaisées. De ce fait l'appareil locomoteur ne travaille pas dans des plans physiologiques. Dans ces conditions une pathologie musculo-tendineuse, favorisée par les conditions de travail dans le froid et l'humidité, peut apparaître.

3°/ - PATHOLOGIE BIOMETEOROLOGIQUE :

L'influence des conditions atmosphériques sur le monde végétal est très nette, sur le monde animal elle l'est beaucoup moins.

L'Homme a des capacités thermorégulatrices fortement émoussées car peu sollicitées du fait de la présence d'une lame d'air sous vestiale isolante.

Toute le monde connaît la faculté de prévoir ou plutôt de "sentir" le mauvais temps qu'ont bon nombre de personnes. Plusieurs facteurs atmosphériques retentissent sur l'individu ; on parle alors de météorosensibilité (55).

a/ - L'Humidité :

Elle affecte l'organisme surtout en modulant le processus d'évaporation qui joue un rôle important dans la régulation thermique du corps humain. L'évaporation dépend de plusieurs facteurs dont l'humidité relative (degré hygrométrique) et la vitesse du déplacement de l'air.

La plupart des rhumatisants sont sensibles à l'humidité mais cela pourrait dépendre également de l'électricité atmosphérique. Avec le passage des fronts chauds et froids, l'humidité est modifiée mais l'ionisation de l'air aussi (55).

b/ - L'Ionisation de l'air :

L'ionisation principalement négative aurait un effet stimulant :

- diminution de la fatigue,
- amélioration du travail musculaire,
de l'appétit,
de l'activité cérébrale.

L'ionisation positive, elle, entraînerait une détérioration des performances particulièrement sur les temps de réactions auditifs et visuels.

c/ - La pression atmosphérique :

Les variations de la P.A. sont très faibles et n'ont pratiquement pas de retentissement sur la vie de l'Homme. Il faudrait s'élever vers 8 à 9000 mètres d'altitude pour qu'elle s'abaisse au tiers de sa valeur moyenne au niveau de la mer.

d/ - Le vent :

Le vent par contre peut avoir une incidence psychologique très importante. On connaît depuis longtemps son influence sur le comportement et le moral de l'individu. Les infra-sons dont il est porteur ont une action sur le système nerveux. L'apparition d'anxiété, d'énervement, d'agitation ou même d'états dépressifs n'est pas rare et varie en fonction de la force et de la direction du vent.

Le facteur climatique qui nous semble avoir un plus grand retentissement sur l'individu est la température ambiante.

e/ - Les ambiances thermiques chaudes (75) :

Ce sont des ambiances pour lesquelles le bilan thermique, s'il était calculé sur la base des seuls échanges convectifs et radiatifs, serait positif.

Pour tenter de rééquilibrer le bilan thermique, l'organisme met en oeuvre plusieurs moyens de lutte contre la chaleur, se traduisant par trois astreintes physiologiques principales :

- l'astreinte thermostatique ; l'augmentation de la température cutanée permet d'optimiser les échanges de chaleur par convection et par rayonnement entre la peau et le milieu ambiant ;
- l'astreinte circulatoire ; l'augmentation de la conductance physiologique est assurée par une augmentation du débit sanguin cutané ;
- l'astreinte sudorale ; l'augmentation de la température cutanée ne suffit pas à assurer l'équilibre thermique. L'organisme met en jeu la sudation qui, par l'intermédiaire de la mouillure cutanée, permet de réaliser et de maintenir un certain débit de l'évaporation.

Lorsque la température rectale augmente d'un degré Celcius, la fréquence cardiaque (par réaction à la vasodilatation) augmente de 30 cycles par minute (47 - 63).

VOGT et Coll. 1976 (74) ont montré que, lors d'une récupération en position assise, le niveau de la fréquence cardiaque à la quatrième minute de récupération n'était plus lié qu'au niveau de la température corporelle. Mais il serait trop simple de pouvoir apprécier par la prise du pouls, la température du corps et son taux de déshydratation.

Des cas de déshydratation peuvent survenir en mer, surtout sous les latitudes chaudes. La prise du pouls, de la température rectale associée à un bon examen clinique permettent d'en apprécier la gravité. Pour une déshydratation de 4% du poids du corps (2,8 l) un individu pesant 70 Kilos perd 40% de sa capacité de travail musculaire quand la température ambiante est seulement de 18°.

La compétition entre la fonction de transport d'oxygène et celle de transport de chaleur explique la baisse des capacités de travail physique d'un sujet exposé à la chaleur (75), la déshydratation surajoutée l'aggrave encore plus.

Il existe une pathologie due à la chaleur (49) :

- des troubles consécutifs à un excès d'exposition au rayonnement U.V. :
 - . coup de soleil
 - . ophtalmie

- des troubles consécutifs à la mise en jeu excessive de la thermorégulation :
 - . instabilité circulatoire : syncope à la chaleur,
 - . altérations du milieu intérieur, déshydratation, déficit sodique ...
 - . affection cutanée : anhydrose, miliaire rouge,
- des accidents consécutifs à la défaillance de la thermorégulation :
 - . hyperpyrexies,
 - . coup de chaleur.

f/ - Les ambiances thermiques froides (75) :

Ce sont des ambiances pour lesquelles le bilan thermique calculé sur la base des échanges convectifs et radiatifs serait négatif.

L'organisme doit mettre en oeuvre différents moyens de lutte contre le froid :

- L'astreinte thermostatique : la température cutanée baisse pour diminuer l'écart entre la température de la peau et la température ambiante. Les pertes convectives et radiatives sont ainsi diminuées.
- L'astreinte circulatoire : il y a une réduction du flux sanguin cutané.
- L'astreinte métabolique : il y a une augmentation du métabolisme pour compenser les pertes excessives de chaleur. Au cours du frisson musculaire la totalité de l'énergie est transformée en chaleur.

La qualité de la lutte contre le froid dépend des moyens mis en oeuvre, mais aussi de la superficie des zones découvertes et de la qualité vestimentaire. Même chaudement habillé et encapuchonné, un sujet qui travaille les mains nues sous des latitudes froides a très rapidement une sensation de froid intense. De plus il y a une diminution de la sensibilité tactile et de la qualité de préhension, source de maladresse. Le port des gants est loin de résoudre tous les problèmes ; ils sont rapidement, soit trempés, soit glissants ou encore hors d'usage.

Le froid agit sur le système endocrinien. Il augmente l'activité de ce système et la sécrétion hormonale sauf pour l'A.D.H. et la parathormone qui voient leur sécrétion diminuée (19 - 55 - 86).

Tous ces facteurs atmosphériques climatiques ont une action sur l'individu où qu'il vive. En mer le retentissement est peut-être plus aigu. L'humidité par exemple est constamment présente, une humidité salée par les embruns, qui ne sèche pas, colle à la peau, et vous donne l'impression de vivre "poisseux".

Les marins en entendant le sifflement croissant du vent dans les haubans se demandent jusqu'à quelle force il va monter. Avec le vent apparaissent les vagues plus ou moins dangereuses, le froid, l'engourdissement. Les manoeuvres de pont sont plus délicates et les risques de traumatisme ou de chute à la mer sont accrus. Le mauvais temps peut s'accompagner de brouillard, de pluie ou de neige qui compromettent la visibilité. Ces conditions particulières mettent le marin dans une situation de relative privation sensorielle.

Tous ces éléments représentent autant de stress auxquels le marin est soumis et doit faire face.

4°/ - LE STRESS :

C'est l'état réactionnel d'un organisme soumis à l'action d'un excitant quelconque, agression, stimulation, contrainte, pression, émotion etc...

Les sources de stress sont multiples en mer ; le vent, les vagues qui annoncent la tempête. Le brouillard, la nuit privent le marin de repères visuels, ce qui peut entraîner une véritable obsession de la collision. Il y a aussi la peur de l'accident, de la chute à la mer ou la crainte pour son équipage surtout s'il est familial. Et il y a aussi le stress de la compétition, avec la recherche permanente d'un réglage optimum.

Le rythme infradien de l'activité, les troubles du sommeil, la fatiguabilité qui en résulte, l'effort physique permanent d'équilibration, l'humidité, la saleté, la vie en vase clos sont autant de facteurs qui peuvent fragiliser certains individus et les rendre plus anxieux, irritables, plus sensibles aux stress.

Lorsque le vent "monte", certains se préparent calmement à affronter la tempête, d'autres sentent monter en eux une crainte, une angoisse incontrôlable avec apparition d'un comportement inadapté qui peut aller de la torpeur à l'agitation avec risque de mauvaise interprétation du danger et de fausses manoeuvres.

5°/ - LA VIE EN VASE CLOS :

Un dernier élément, auquel le marin doit s'habituer, est la vie en vase clos. Sur un voilier, pour s'isoler, le plus loin que l'on puisse aller c'est dans le balcon avant.

Il existe un paradoxe entre le besoin d'isolement qu'éprouve chacun de temps en temps et la sensation d'isolement qu'éprouvent certains au milieu de l'océan. Il y a une nécessité de reconstitution d'un univers personnel sur sa couchette pour se sentir un peu chez soi, et retrouver ses limites au milieu de l'immensément grand. Il y a en même temps un besoin de s'évader dans les souvenirs, les rêves ou les livres pour échapper à cette sensation de confinement.

Il peut être difficile pour certaines personnes de s'adapter à une vie dans le bruit permanent, la promiscuité, et la saleté.

Avec le stress, la vie en vase clos peut entraîner parfois l'apparition d'une agressivité qui peut être favorisée aussi par les rivalités à l'intérieur du bateau (et entre les différents concurrents mais c'est très rare).

Tous les éléments spécifiques à la vie en mer étudiés jusqu'ici, peuvent favoriser l'apparition du problème le plus spécifique : le mal de mer (cf. première partie).

L'étude des rythmes, effectuée au début de ce travail, ainsi que celle des problèmes spécifiques à la vie en mer nous permet d'envisager plusieurs questions : comment se comporte un individu passant plusieurs mois en mer ?

- Les courbes de la température et des hormones corticosurréaliennes restent-elles sur un mode circadien, suivant l'alternance jour/nuit ou celle de l'activité ?...

Peut-il y avoir un décalage progressif de leur périodicité dans le temps ?...

- Y-a-t-il des modifications de la vigilance des sujets en fonction des horaires dans le nycthémère ;
en fonction des activités précédant les mesures des temps de réactions ;
ou alors le cycle de la vigilance est-il indépendant de l'activité ?...
Dans ces conditions évolue t-il sur un mode circadien ?
Se décale t-il progressivement dans le temps ?...

- La structure interne du sommeil s'adapte t-elle aux rythmes polyphasiques des quarts ? etc...

- Y-a-t-il des modifications du taux de cholestérol ?...

- Le sujet s'adapte t-il à un effort physique en mer ou perd-il très rapidement le bénéfice acquis pendant un entraînement préalable ? etc...

A certaines de ces questions, dont la liste est ici très incomplète, nous allons essayer d'apporter un début de réponse à partir d'expériences personnelles que nous avons pu réaliser "in situ".

Nous avons eu, en effet, la chance de participer à la première étape d'une course de voilier, LA PARMELIA RACE.

Amoureux de la mer depuis toujours et étudiant en médecine depuis un certain temps, nous avons toujours eu envie de participer à une grande course croisière tout en effectuant des tests sur un équipage, sans entraver le déroulement des quarts et des manoeuvres.

Nous avons commencé nos démarches, en vue de trouver un embarquement, il y a de nombreuses années. Ceux qui me sont chers sont témoins

de la ténacité avec laquelle nous avons écrit, réécrit ou téléphoné aux skippers, organisateurs, fédérations françaises ou étrangères. Nombreuses ont été les illusions et les désillusions, les lettres sans réponse ou les réponses évasives mais sympathiques. Certaines personnes nous ont aidés du mieux qu'ils ont pu, d'autres nous ont mis en garde contre de telles aventures qui représentent le baigne!...

Notre patience fut enfin récompensée. Le skipper d'une goélette anglaise fut intéressé par notre projet d'études expérimentales et nous invita à passer quelques jours sur son bateau trois mois avant de prendre le départ de la course.

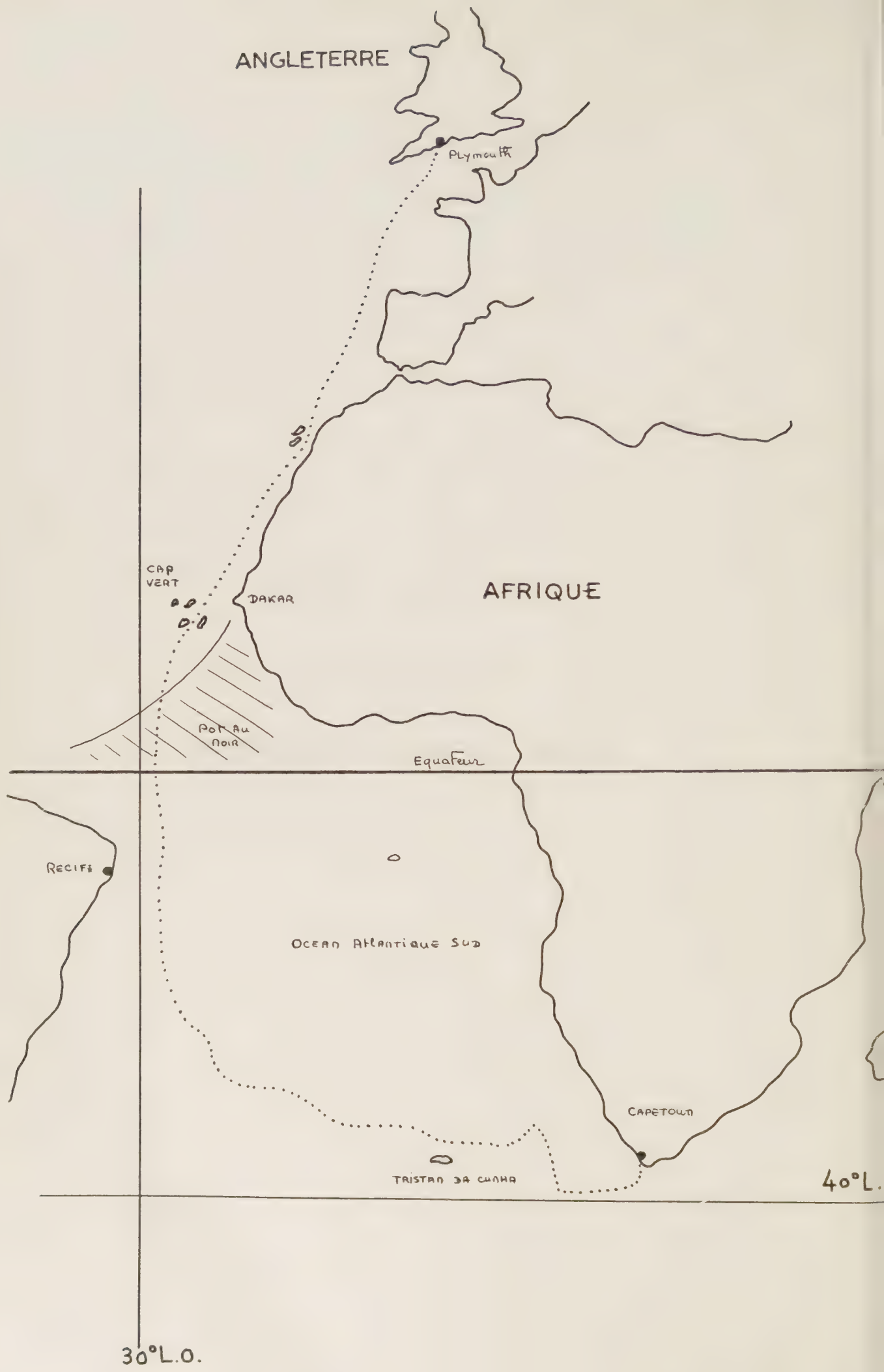
Organiser une expérimentation, dans un laps de temps très court et sans appui financier, n'est pas chose facile. C'est pourquoi nous remercions très vivement messieurs les docteurs MOURET J. et WILKINSON R.T. pour nous avoir suggéré de nombreuses idées et prêté un petit appareillage.

TROISIEME PARTIE



ETUDE EXPERIMENTALE

fig. 2 : Itinéraire de la 1^{ère} Etape (7500 miles)
Plymouth - Capetown.



1 - MATERIEL ET METHODES

1°/ - CONDITIONS EXPERIMENTALES :

Sept sujets ont passé 57 jours en mer, sur une goélette, entre l'Angleterre et la République Sud-Africaine, première étape d'une course à la voile : la PARMELIA Race.

a/ La course :

La PARMELIA Race a été organisée pour fêter le 150ème anniversaire de la fondation de l'Etat de l'ouest australien, et retracer le voyage du voilier PARMELIA qui, en 1829, embarqua des colons anglais pour aller fonder une nouvelle colonie en Australie.

Cette course (cf. fig. n° 2) est partie de PLYMOUTH (Angleterre) pour rallier PERTH (côte ouest de l'Australie) après une escale à CAPETOWN (République Sud-Africaine).

Le départ de la course n'était pas groupé mais échelonné en fonction du handicap, entre le 6 août et le 6 septembre 1979. Notre départ eut lieu le 2 septembre à 15 h 15 en même temps que GAULOISE III le bateau français.

La première étape, Plymouth-Capetown 7.700 miles, dura 57 jours. La deuxième, Capetown-Perth 4.500 miles, dura 29 jours.

b/ Le bateau :

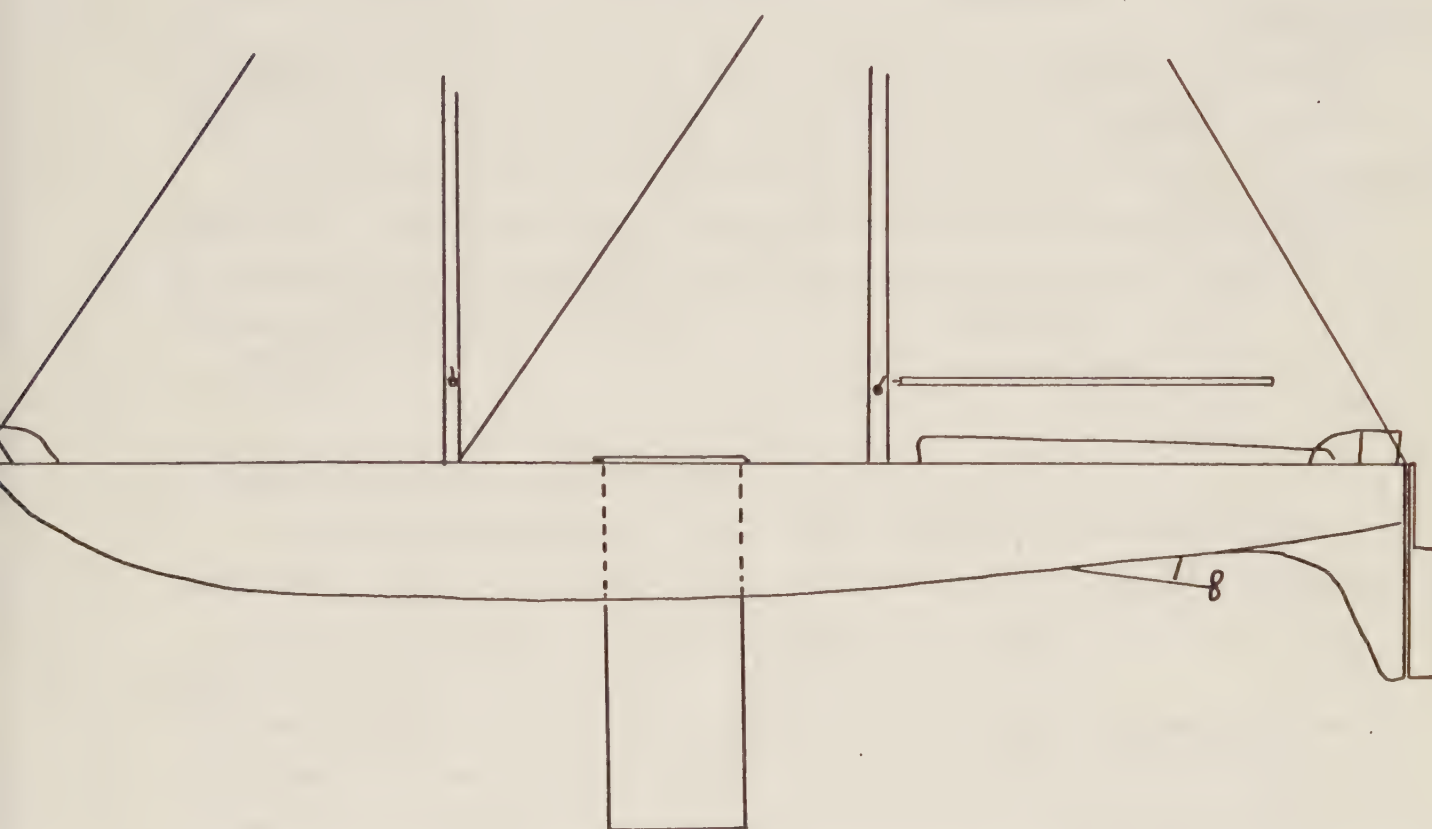
Le bateau, SELTRUST ENDEAVOUR, est une goélette anglaise, dessinée par son skipper Mike DUNHAM, et sponsorisée par la Sélection Trust Engineering Limited qui est un groupe investissant des capitaux dans des sociétés d'exploitation minière.

De faible déplacement, la coque en bois moulé sur un châssis métallique est longue de 17 mètres et très étroite (3 mètres au maître baux). Une dérive de cinq tonnes fixée sur vérins hydrauliques descend

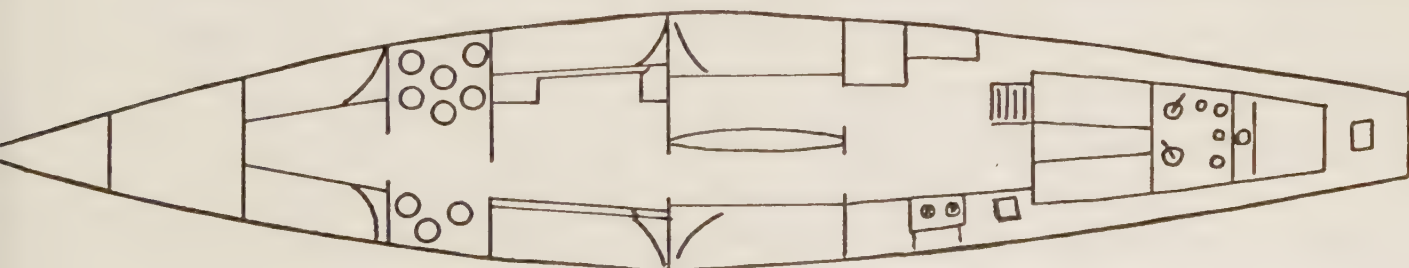
profondément pour augmenter le couple de rappel vue l'étroitesse de la coque. Sa partie supérieure sert de réservoir de fuel (cf. fig. n°3).

Les deux mâts de faible hauteur, 14 mètres, permettent d'avoir des centres de voilures relativement bas, si bien que les manoeuvres demandent moins d'efforts physiques. L'équipage est donc plus restreint que ne le voudrait la longueur du bateau.

L'intérieur est très rudimentaire ; les cloisons, la coque sont à nu. Il n'y a pas de congélateur. Le bateau étant à fond presque plat le rangement de la nourriture et du matériel a posé quelques problèmes.



17m



c/ L'équipage :

L'équipage était composé pour la première étape de 7 personnes, 6 hommes, 1 femme :

<u>Nom</u>	<u>Date de naissance</u>	<u>Nationalité</u>	<u>Poste</u>
- Mike DUNHAM	12 juin 1947	Anglaise	Skipper
- Thérésia PAOLL EDWARDS	2 août 1953	Anglaise	Chef de quart
- Christian LECLERCQ	27 juillet 1951	Française	Chef de quart
- Bob NICOLLS	1 octobre 1942	Anglaise	Equipier
- Paul HARRISSON	2 janvier 1950	Anglaise	Equipier (Caméraman)
- Alexander LAMB	11 août 1950	Australienne	Equipier
- Paul ROUSE	4 octobre 1951	New Zélandaise	Equipier

Le bateau ayant accumulé beaucoup de retard au fil de la première étape, il ne nous était plus possible à Paul HARRISSON et nous-même, de continuer sur l'Australie. Nous avons donc été remplacés par :

- Jonathan CALLOW 31 ans Anglais
- et PHIL... ? Sud-Africain

d/ Organisation de la vie à bord :

Dès le jour du départ trois types de rythmes de vie se sont installés. Celui du skipper, ceux des chefs de quart, et des équipiers.

- Le skipper était hors quart et dormait généralement de 23 h à 6 h, plus une petite sieste en début d'après-midi.
- Les deux chefs de quart assuraient à tour de rôle les quarts répartis de la façon suivante : trois quarts de 4 h la nuit entre 18 h et 6 h, et deux de 6 h entre 6 h et 18 h. A partir de la quatrième semaine ils ont eu la possibilité de dormir plus longtemps le matin un jour sur deux.
- Les équipiers se partageaient les quarts, le travail d'entretien du bateau, de surveillance des vivres et d'aide aux manoeuvres importantes (odd job), la cuisine, sur le rythme suivant :

1er jour : 24 h de odd job avec possibilité de dormir la nuit et le risque d'être dérangé pour une manoeuvre.

2ème jour : 24 h au rythme alternatif des quarts.

3ème jour : nuit de sommeil tranquille puis journée de cuisine.

4ème jour : 24 h au rythme alternatif des quarts.

Les quatre équipiers alternaient sur ce rythme de 4 jours.

Ces types de rythmes différents sont nécessaires pour assurer le travail de marche et de veilles permanentes du bateau.

2°/ - PROTOCOLE EXPERIMENTAL :

Pendant la 1ère étape nous avons pu effectuer trois types de tests :

- Des tests sportifs : pour étudier l'adaptation de l'organisme à l'effort physique en mer.
- Des tests de "vigilance", dit objectifs car utilisant un petit matériel électronique testent le temps de réaction du sujet.
- Des tests d'appréciations subjectives de certains paramètres personnels.

a/ Les tests sportifs :

Chaque équipier a été soumis à trois tests avant le départ de la course à Plymouth :

- Un Ruffier Dickson : prise du pouls de repos P1 puis faire effectuer trente flexions sur les jambes en 45 secondes, nouvelle prise du pouls P2 tout de suite après l'effort et enfin une minute plus tard P3 :

$$\frac{(P1 + P2 + P3) - 200}{10} = X$$

X étant un résultat qui ne permet pas de donner une valeur sportive à un sujet et de le comparer à un autre sportif. Si le test est effectué régulièrement le sujet peut se comparer à lui-même :

X	à zéro	: excellent
X	à 5	: très bon
X	à 10	: bon

- Une mesure des périmètres musculaires :

bras, avant-bras, 15 cm au-dessus et 10 cm au-dessous du pli du coude.
Cuisse, mollet, 15 cm au-dessus du rebord supérieur de la rotule et 10 cm au-dessous du plateau tibial (mesures effectuées sujet debout).

- Un travail au mât : mouliner un winch BARLOW n° 24 avec une manivelle de 20 cm et monter un sujet (toujours le même) en haut d'un mât de 14 m en trois minutes.

Prise du pouls de repos puis toutes les trente secondes pendant 4 minutes en commençant juste à la fin de l'effort. Ceci ayant pour but de tracer une courbe de récupération cardiaque.

Ces trois tests ont été effectués de manière identique à Capetown.

En cours de route et ce une fois par semaine, il y eut :

- prise de la tension artérielle,
- tractions sur le tangon de spinnaker,
- et nouveau type de travail au winch ; le protocole était le suivant : prise du pouls de repos P1 puis en 45 secondes, à vide, petite vitesse, avec une manivelle de 26 cm. Prise du pouls tout de suite après l'effort P2 et une minute plus tard P3. La méthode de calcul était la même que celle du Ruffier Dickson.

b/ Les tests de "vigilance" :

Le Dr WILKINSON que nous remercions très vivement, nous avait prêté un petit appareil très simple appelé "Simple Réaction Timer" (S.R.T.).

Il s'agit d'une "boîte noire" de la grosseur d'une petite boîte de cigare.

- Le manipulateur déplace un petit curseur pour mettre la batterie au mercure en marche, puis il appuie sur un premier bouton pour enclencher le mécanisme tout en surveillant l'apparition d'une lumière rouge dans un petit cadran. Le temps d'apparition de cette lumière est très variable (parfois moins d'une seconde), elle déclenche l'apparition des chiffres défilant au rythme des millisecondes.

- Le but du test est d'appuyer sur un 2ème bouton le plus rapidement possible pour stopper le déroulement des chiffres.

- Le résultat obtenu est le temps de réaction en millisecondes. Pour obtenir un 2ème résultat, il suffit de presser à nouveau le 1er bouton pour réenclencher le mécanisme et de répéter l'opération déjà décrite (cf. fig. n° 4).

DATE 18.10.79 THURS	
LEÇONS	
0200	33 201 204 14 219 183 46 225 247 45 213 25
0600 OFR	235, 254, 265, 307, 209, 246 251
1200 OR	231, 244 232, 220 217, 265 242 DEVOIRS 242 242
1800 OFF	235, 286, 210, 214, 233, 217 236
2200 OR	222, 231 207, 225 251, 200 223

fig. 4: Extrait du Carnet de TERRY

Chaque membre de l'équipage effectuait une série de 6 tests successifs pour obtenir 6 résultats, en une minute seulement, à la fin de chaque type d'activité. Les 4 équipiers ont en plus effectué quelques tests au cours de leurs activités de "odd job" et de cuisine.

c/ Les tests d'appréciations subjectives de certains paramètres :

Ce test ne nécessitait pas de matériel. Il consiste à tracer 5 lignes horizontales de 10 petits carreaux représentant 5 échelles de grandeur et posant 5 questions :

- Avez-vous bien dormi ? Q1
- Avez-vous sommeil ? Q2
- Avez-vous envie de travailler ? Q3
- Forme physique ? Q4
- Forme morale ? Q5

Il suffit de mettre un trait entre zéro et 10 sur chaque ligne pour répondre à chaque question ; le zéro correspond au plus bas de la forme ou au plus mauvais sommeil pendant le repos. Par contre à la question numéro 2, Avez-vous sommeil ? (maintenant que vous êtes debout), si la réponse est non, le trait sera placé aussi à gauche de l'échelle au niveau du zéro.

Chacun devait faire ce test simple à la fin de chaque période de sommeil ou de repos. Certains équipiers l'ont effectué en cours d'activité, de cuisine ou de odd job sans répondre à la 1ère et 2ème question.

Les différents membres de l'équipage avaient leur propre carnet sur lequel ils marquaient (cf. fig. n° 4) :

- 1'heure
- s'ils étaient "off" ou "on" (c'est-à-dire s'ils avaient terminé leur quart ou inversement s'ils étaient de quart). Ou encore si c'était leur jour de "odd job", de cuisine, s'ils étaient restés éveillés pendant une période de repos ou s'ils avaient fait la sieste...
- et les résultats de leurs tests :
 - . en fin de repos ou de sommeil, 6 résultats du S.R.T. et le test d'appréciation subjective.
 - . en fin de quart d'activité, uniquement une série de 6 résultats du S.R.T..

Les conditions extérieures ayant un retentissement important, sur la vie de celui qui navigue, nous avons noté sur notre carnet, et ce 3 fois par jour, les valeurs :

- de la vitesse du vent apparent, en noeuds ;
- de l'orientation du vent par rapport au bateau, en degrés ;
- et de la pression atmosphérique, en millibars.

Nous remercions nos amis anglais qui se sont prêtés aux expériences avec beaucoup de bonne volonté et de gentillesse. Peut-être n'aurions nous pas eu autant de participation avec certains équipages français.

Un bateau engagé dans une épreuve fait avant tout la course. Nous pensons qu'il est difficile de faire plus de tests sans en entraver le déroulement.

Il faut parfois déranger celui qui est de repos, et le faire sortir sur le pont recevant des paquets de mer n'est pas très agréable. De même, il faut faire déshabiller celui qui est de quart si l'on veut prendre sa tension artérielle ou si l'on veut qu'il prenne sa température rectale plusieurs fois par jour. Sachant que les séances d'habillages ou de déshabillages sont difficiles, durent parfois plusieurs minutes dans certaines conditions et s'accompagnent de nombreux jurons et soupirs, il est prudent, pour la "santé" du médecin expérimentateur du bord de ne pas vouloir en faire trop !...

Faire des prises de sang et d'urines en vue d'analyses posent des problèmes techniques ainsi que des problèmes de conservations sans réfrigérateur.

Il faut aussi mettre en oeuvre des tests facilement réalisables par tous les temps. Faire faire le "parcours du combattant" (un sujet porte un sac à voile, plein de préférence, en suivant un parcours préalablement établi sur le bateau. L'exercice est répété plusieurs fois tout en surveillant la fréquence cardiaque...) par beau temps ne pose pas de problèmes mais devient dangereux par mauvais temps quand la mer se creuse. Faire effectuer des tractions sur les avant-bras, sur le tangon

de spinnaker peut poser aussi quelques problèmes. Lorsque le bateau commence à taper, le sujet est animé d'un balancement qui outre le fait qu'il fausse le test peut aussi être dangereux.

Nous nous apercevons aisément que faire des études expérimentales sur un voilier de course croisière pose de nombreux problèmes techniques. Il faudrait pouvoir aménager certaines parties du bateau pour avoir la possibilité d'effectuer les tests dans de bonnes conditions, pouvoir acquérir du matériel d'enregistrement portatif. L'équipage serait alors composé de volontaires, peut-être médicaux, afin de comprendre l'importance d'un protocole rigoureux.

3°/ - MISE EN FORME DES DONNEES RECUPEREES :

Pressé par le temps et limité par le manque de crédit, nous sommes obligés dans le cadre de ce travail, de ne traiter qu'une partie des données recueillies. Ainsi nous occuperons nous uniquement des tests de "vigilances" et d'appréciations subjectives de certains paramètres personnels.

Sitôt arrivé en France, nous avons commencé à analyser les carnets de chacun et avons vu que, malgré les conditions de vie parfois difficiles et fatigantes, le rythme parfois monotone et astreignant, l'équipage n'avait que rarement omis d'effectuer les tests.

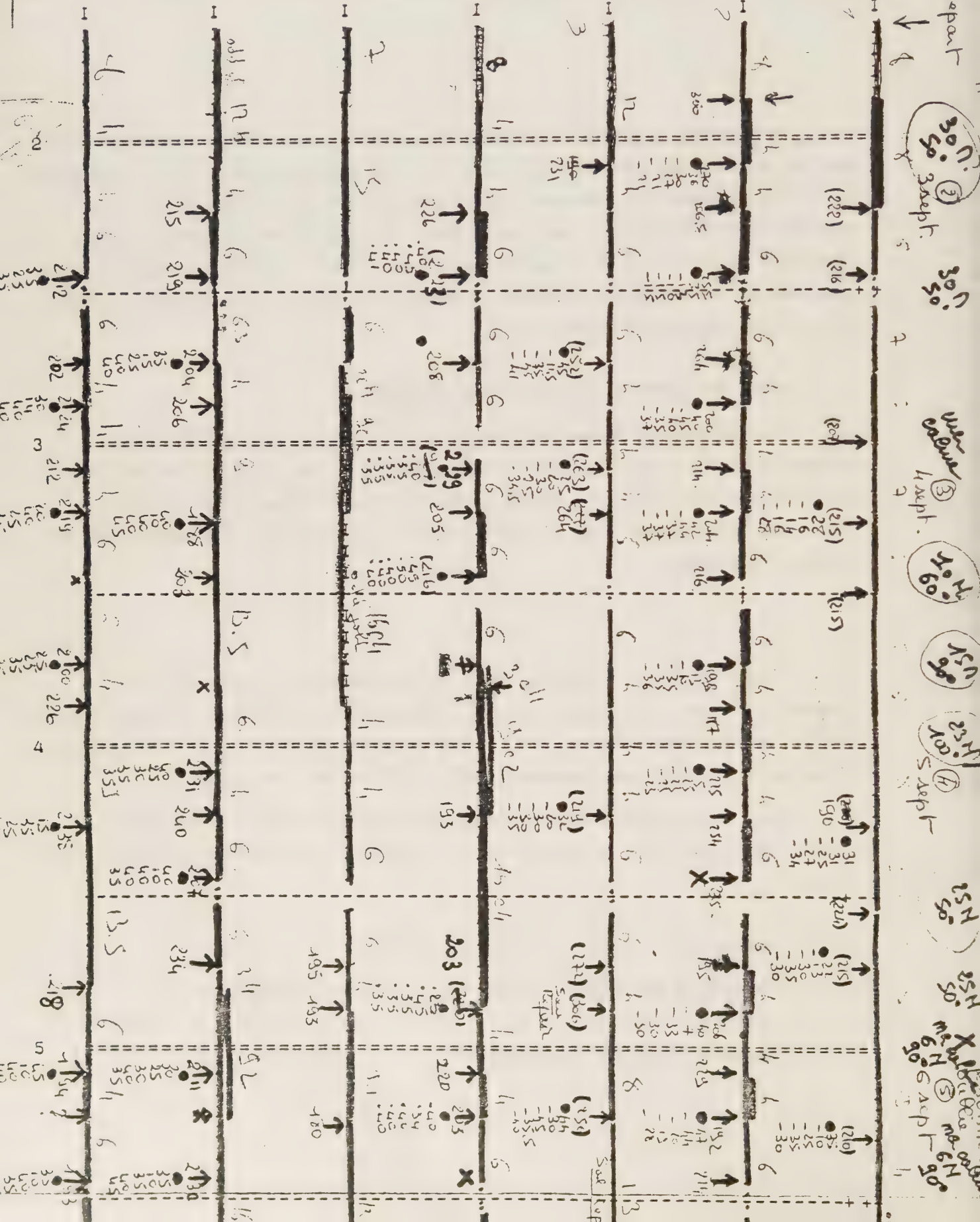
Nous avons clarifié les données recueillies pour établir le rythme des activités et des tests en vue de la programmation sur ordinateur.

- L'activité a été codée de la façon suivante :

- . activité considérée comme "hulle" avant 1'heure du
départ Code - 1
- . sommeil déclaré (tranquille) Code 1

979

11	act	So
----	-----	----



- . sommeil spontané (pendant le odd job avec risque d'être réveillé) Code 2
- . off (repos) Code 3
- . odd job (travaux de réparation des voiles, aide aux manoeuvres délicates...) Code 4
- . cuisine Code 5
- . quart Code 6

(cf. fig. n° 5)

- Pour les tests de vigilance nous avons fait la moyenne des 6 résultats du S.R.T. chaque fois que le test avait été fait, en éliminant une valeur aberrante si nécessaire, exemple :

222, 174, 192, 207, 350, 221.

la moyenne utilisée est 203,2.

Le résultat 350 ms. a été éliminé, pouvant être dû à un décalage de la pression du doigt sur le bouton d'arrêt lors d'un mouvement brutal du bateau ou encore à un bruit ou un appel détournant l'attention du manipulateur.

- Enfin pour les tests d'appréciations subjectives nous avons mesuré à chaque fois la distance séparant le zéro de l'échelle de valeur et le trait placé par le sujet.



4°/ - METHODES D'EXPLOITATIONS DES DONNEES :

a/ Traitement informatique sur mini système implanté dans le Service d'Exploration Fonctionnelle du Système Nerveux.

Le système utilisé pour cette étude est le LABO 16 de SEMS i-e SOLAR 16 - 40, avec deux unités de disques souples.

La programmation sur ce système est en langage basique.

L'acquisition et le stockage a été effectué à partir d'une télé-type avec clavier, sur fichiers différents pour l'activité, les tests,

les conditions extérieures.

La technique de programmation a été la suivante :

- L'activité : l'heure de référence est minuit le jour du départ le 2 septembre, exemple de programmation pour le skipper :

14 h de code - 1, 8 h de code 6, 8 h de code 1, 6 h de code 6,
7 h de code 1 (cf. fig. n° 5).

- Les tests : il a été stocké successivement :

. en cas de S.R.T. seul

jour, heure, résultat moyen du S.R.T.

. en cas de S.R.T. plus tests subjectifs

jour, heure, code 0 (test complet) puis

énumération des chiffres, ex. : 203, 40, 12, 40, 43, 43.

L'heure à laquelle les tests ont été effectués est en fait repérée en nombre d'heures à partir de minuit du jour du départ. Nous l'appellerons l'heure absolue.

- Enfin pour les conditions extérieures, il a été programmé successivement :

	Le jour	l'heure	et les trois valeurs		
ex.	2e j.	2 h	30 n	30°	1010
		10 h	20 n	40°	1013
		18 h	15 n	90°	1014

Le stockage sur disque souple a été suivi d'un contrôle visuel des "listings" des données stockées. Puis une sortie graphique a eu lieu sur table traçante SEFRAM, pour les activités, les différents tests de chaque membre de l'équipage, ainsi que pour les conditions extérieures.

Une autocorrélation pondérée de l'activité a été effectuée pour chacune :

L'autocorrélation est une méthode de traitement du signal qui permet de mettre en évidence la périodicité. Elle étudie le glissement du signal sur lui-même en faisant le produit point par point du signal d'origine avec le signal décalé. Pour un décalage de j heures la valeur de la fonction d'autocorrélation est :

$$R(j) = \frac{1}{n-j+1} \sum_{i=1}^{n-j+1} [A(i) - m] [A(i+j-1) - m]$$

avec n : nombre d'observations par activité

$A(i)$: valeur du signal à l'instant i

m : valeur moyenne du signal.

Ainsi pour un signal périodique le produit i prendra une valeur élevée au départ (c'est-à-dire décalage = 0) et chaque fois que le décalage correspondra à un nombre entier de période. En effet dans cette configuration les valeurs fortes du signal d'origine sont multipliées par les valeurs fortes du signal décalé.

Pour une analyse plus complète les données ont été perforées sur ruban papier au LABO 16 (code ASCII 8 moments) en vue d'un transfert sur un système informatique plus puissant.

b/ Traitement informatique sur système puissant :

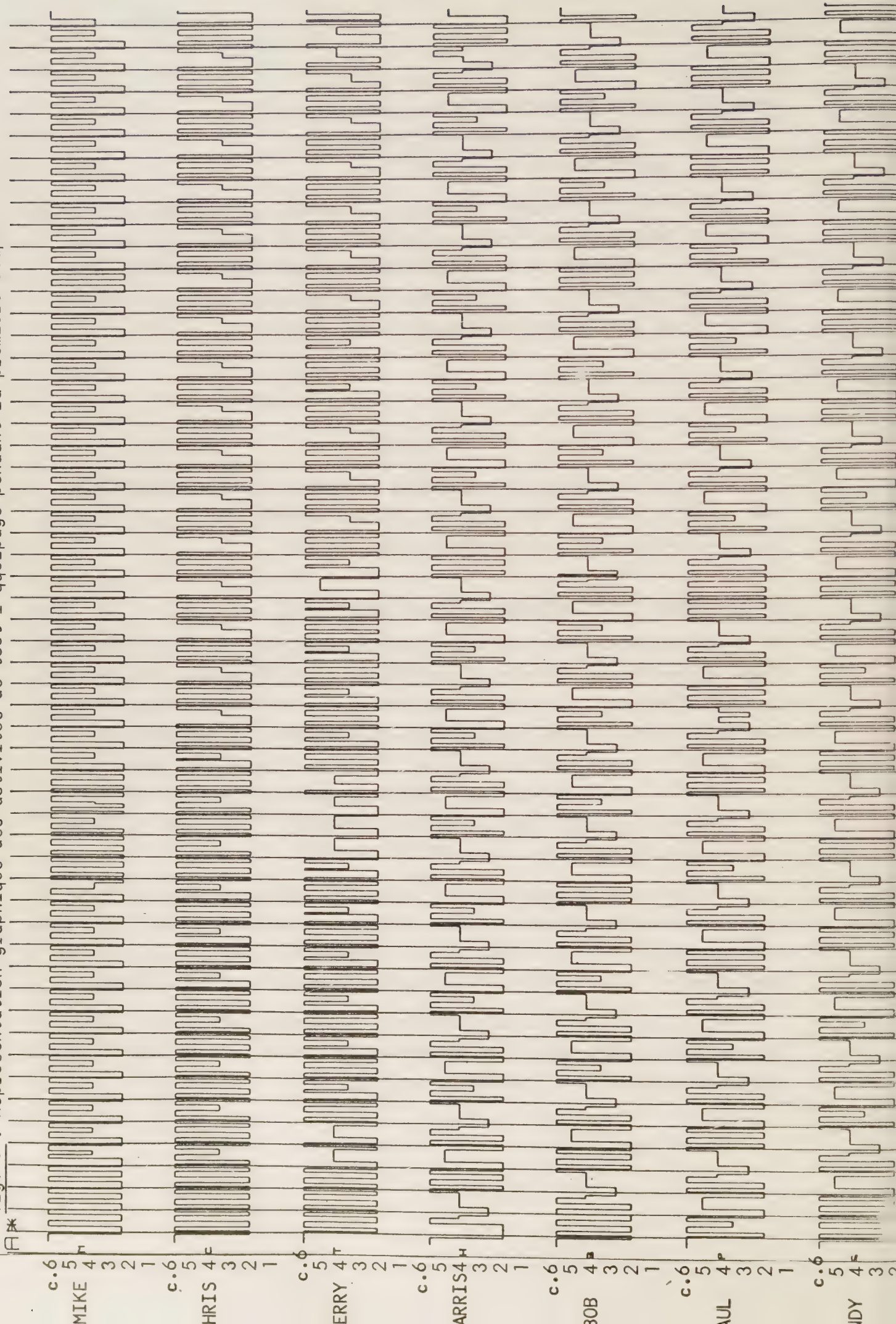
Les données fournies sur rubans perforés ont été transférées sous forme alphabétique sur disque magnétique d'un processeur IBM 3031 de la CISI (Compagnie Internationale de Service en Informatique) à Saclay. Les informations ainsi stockées ont été décodées et transférées dans une zone de travail active, accessibles à partir de deux terminaux connectables au processeur par ligne téléphonique (réseau commuté) :

- 1 terminal machine à écrire de type ANDERSON - JAKOBSON (AJ 832).
- 1 terminal graphique de type TEKTRONIX 4015.

La vitesse de transmission est de 30 caractères par seconde. L'exploitation des données a été réalisée en langage A.P.L. (A Programming Language) conversationnel, particulièrement performant pour la manipulation et le traitement statistique de données numériques.

La mise au point interactive des programmes permet d'effectuer de nombreuses simulations et d'accéder rapidement aux informations les plus pertinentes pour l'étude du problème posé.

fig. 6 : Représentation graphique des activités de tout l'équipage pendant la première étape



2 - RESULTATS

Nous tenons particulièrement à remercier à nouveau
messieurs BLAISE Christian
DEBILLY Gabriel
FEMSCH Jean-Paul

Leur enthousiasme et leur gentillesse nous ont profondément touchés.
Ils ont accepté de traiter bénévolement nos données et ont sacrifié
de nombreuses heures de sommeil ou de repos au profit de notre étude.

Sur le bateau, les surnoms étaient les suivants :

Mike DUNHAM était appelé	MIKE.
Thérésia PAOLL EDWARDS,	TERRY.
Christian LECLERCQ,	CHRIS.
Bob NICOLLS,	BOB.
Paul HARRISSON,	HARRIS.
Paul ROUSE,	PAUL.
Alexander LAMB,	SANDY.

1°/ - L'ACTIVITE :

a/ Une représentation graphique longitudinale

des différents types d'activité de chaque équipier a été effectuée sur
table traçante SEFRAM.

Avec à la partie la plus basse de chaque tracé le code 1 : sommeil
déclaré (cf. fig. n° 6).

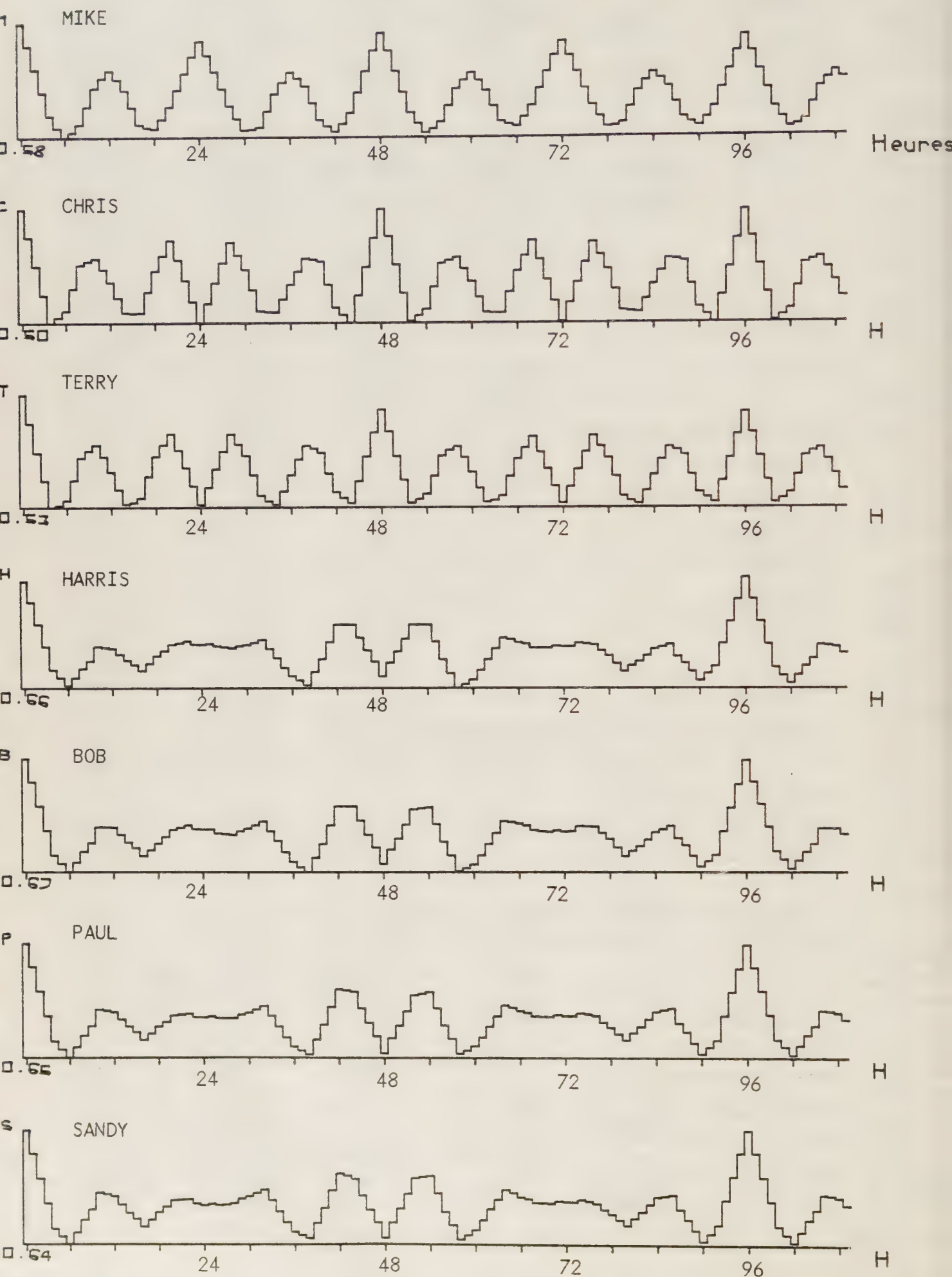
b/ Une quantification globale chiffrée en heures

des différents types d'activités a pu être ainsi calculée :

	<u>MIKE</u>	<u>TERRY</u>	<u>CHRIS</u>
code 6, quart :	583	489	564
code 5, cuisine :	0	13	0
code 4, odd job :	0	90	0
code 3, repos :	290	143	156
code 2, S. spontané :	0	0	0
code 1, S. déclaré :	472	610	625

AUTOCORRELATION PONDEREE

(fig. n° 7)



	<u>BOB</u>	<u>HARRIS</u>	<u>PAUL</u>	<u>SANDY</u>
code 6	357	345	354	353
code 5	169	177	169	181
code 4	265	260	254	247
code 3	60	66	42	24
code 2	125	126	131	117
code 1	369	371	395	423

c/ Quantification du sommeil nocturne et diurne : (moyenne sur 24 h)

	Sommeil Nocturne	Sommeil Diurne
MIKE	7 h 30	2 h 30
TERRY	4 h 30	6 h 15
CHRIS	4 h	7 h
BOB	6 h 45	3 h
HARRIS	7 h	2 h 45
PAUL	7 h	3 h 15
SANDY	6 h 45	3 h 15

On constate que la majeure partie de l'équipage dormait en moyenne 7 h la nuit et uniquement 3 h la journée. Leurs rythmes activités/repos étaient proches du rythme A/R traditionnel. Ceux des chefs de quart sont inversés, avec une proportion de sommeil diurne plus grande.

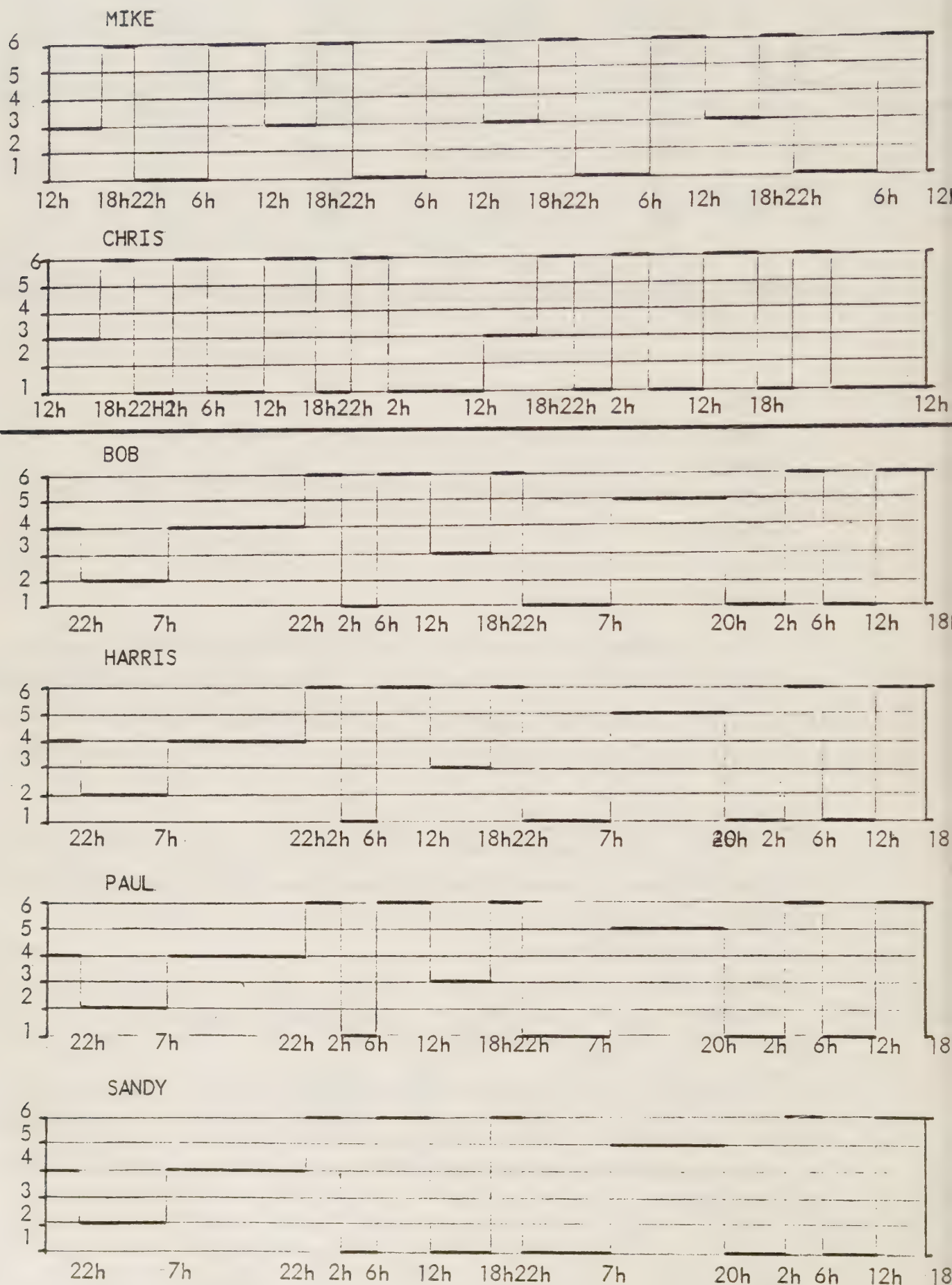
d/ L'autocorrélation pondérée de l'activité :

Elle a été effectuée entre les 6 différents types d'activités et donne une analyse des rythmes fondamentaux. On peut constater la présence d'un rythme de base pour chaque sujet (cf. fig. n° 7) :

- de 24 h pour le skipper
- de 48 h pour les chefs de quart : sans rythme intermédiaire à 24 h
- et de 96 h pour les équipiers : sans rythme intermédiaire à 24 h, 48 h ou 72 h.

L'autocorrélation nous ayant confirmé l'existence d'un rythme de vie régulier pour chaque membre de l'équipage, nous avons pu définir le cycle se répétant le plus fréquemment pour chacun : nous l'appellerons le cycle type.

fig. 8 : Représentation graphique des 6 cycles types
d'activités sur 96 h.



Le cycle de Mike commence à 12 h. 57 jours en mer représentent pour lui 57 cycles de 24 h. Nous en avons trouvé 37 sur le même type dont 21 successifs (cf. fig. n° 8).

Sur la représentation graphique longitudinale de l'activité de Terry, nous nous apercevons aisément de l'irrégularité de son rythme de vie. Elle n'a pourtant fait la cuisine qu'une seule journée (et ce fut fort bon) à l'occasion d'un anniversaire, mais elle a surtout effectué de nombreuses réparations de voiles. Le skipper ne l'avait pas cantonnée dans cette tâche ingrate qu'est la couture à bord d'un voilier, mais nous pouvons dire qu'elle était notre couturière "chef" travaillant depuis plusieurs années chez un chipchandler fabriquant des voiles. De ce fait il ne nous a pas été possible de lui définir un cycle type se répétant suffisamment fréquemment et nous nous voyons donc dans l'obligation de la soustraire momentanément de notre étude.

Notre cycle type personnel commence à 12 h. 57 jours en mer représentent pour nous environ 28 cycles de 48 h. Nous en avons trouvé 16 identiques et successifs (cf. fig. n° 8).

Les cycles types de trois des équipiers, Bob, Harris et Paul commencent à 18 h et sont identiques entre eux du point de vue de la répartition de l'activité. 57 jours représentent pour eux 14 cycles de 96 h. Nous en avons trouvé (cf. fig. n° 8) :

- 11 identiques chez Harris et tous successifs,
- 6 chez Paul dont 3 successifs,
- et 9 chez Bob dont 3 successifs.

Nous séparons Sandy des autres équipiers simplement du fait de son activité qui diffère légèrement. Son cycle commence aussi à 18 h, dure 96 h et nous en avons trouvé 9 identiques dont 5 successifs (cf. fig. n° 8).

Une deuxième autocorrélation a été effectuée entre l'ensemble du sommeil (spontané et déclaré) et le reste de l'activité. Les résultats obtenus sont tout à fait similaires.

2°/ - LES TESTS :

a/ Les tests de "vigilance" :

Dans un premier temps, nous ne relèverons, dans le cadre de cette étude, que les tests de réactions (S.R.T.) effectués au cours de chaque cycle type.

Pour chaque membre de l'équipage, nous avons dressé un tableau des moyennes des S.R.T. effectués aux différents moments de chaque cycle type (cf. index n° 1,2,3,4,5,6) :

- La première colonne à gauche représente les heures auxquelles les tests ont été effectués.
- Les colonnes qui suivent représentent les cycles. Il y a autant de colonnes que de cycles types pour chaque sujet. La date de leur début est indiquée en haut.
- Dans la dernière colonne à droite, apparaissent les résultats de la statistique horizontale, c'est-à-dire la moyenne des S.R.T. (avec l'écart type) effectués aux mêmes heures des différents cycles types. Cela nous permettra de tracer une courbe de vigilance moyenne.
- Enfin la dernière ligne horizontale, en bas, donne la statistique verticale, c'est-à-dire la valeur moyenne du S.R.T. pour chaque cycle. Cela nous permettra ainsi de constater une variation éventuelle de la vigilance jugée sur ce test en fonction des différents cycles.

Analyse des résultats de la statistique horizontale :

Chaque tableau sera suivi par la courbe de "vigilance moyenne" ou courbe de réactivité, tracée rappelons-le d'après les résultats de la statistique horizontale (chiffrée en millisecondes), replacée dans le contexte du cycle d'activité (cf. index n° 7 à 12).

Le niveau de réactivité moyen étant différent pour chaque membre de l'équipage, la comparaison et l'interprétation de ces courbes est délicate. C'est pourquoi nous avons inscrit une 2ème échelle de grandeur représentant chaque S.R.T. moyen en pourcentage, réparti de part et d'autre d'un pourcentage de base.

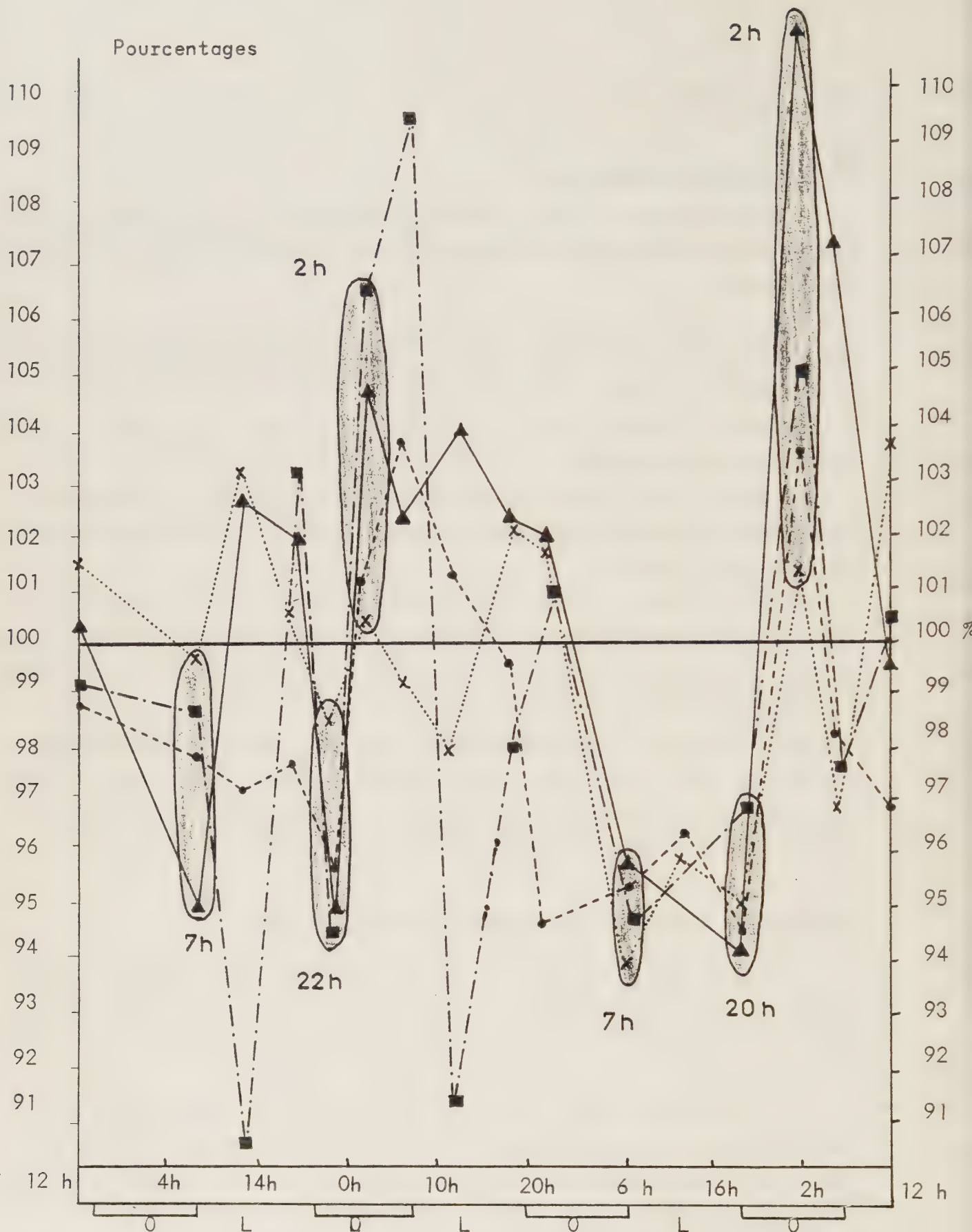


fig. 9 COURBES DE LA "VIGILANCE"
DES 4 EQUIPIERS EN POURCENTAGES

- Harris -----
- ▲ Bob -----
- Sandy -----
- x Paul

Nous avons donc calculé le temps de réactivité moyen global de chacun pour obtenir son niveau de base dont la valeur est 100%. Puis nous avons calculé pour chaque S.R.T. moyen sa variation en pourcentage par rapport à ce niveau (cf. index n° 7 à 12).

Exemple de calcul :

- niveau moyen de la réactivité de Sandy 225,4 ms. utilisé comme base 100 %.
- à 18 h en début de cycle type la moyenne des tests est de 224 ms.
- le résultat en pourcentage est : $\frac{224 \times 100}{225,4} = 99,3 \%$

Nous allons tout d'abord analyser les variations des courbes des 4 équipiers en nous aidant de la figure n° 9 ci-contre, regroupant les 4 courbes. Puis nous insérerons celles de Mike et la nôtre dans cette analyse afin de voir s'il existe des différences ou des similitudes.

Nous constatons que les 4 équipiers ont au cours de leurs cycles de 96 h (4 jours) 2 nuits de sommeil "traditionnel", se répétant au rythme régulier d'une nuit complète toutes les 48 h. A la fin de la première nuit il existe une amélioration des temps de réaction. A la fin de la deuxième nuit la "récupération" est encore meilleure.

Nous nous servons de ces 2 nuits complètes comme point de départ pour continuer notre comparaison en parallèle au fil des heures.

Au cours des journées qui suivent, l'évolution interindividuelle est très variable, mais presque reproductible pour un même individu. Certains ont une amélioration de leurs temps de réaction, d'autres au contraire ont une diminution.

Dans la soirée qui suit la première nuit de sommeil, à 22 h, la réactivité est souvent bonne. Les temps de réactions diminuent pour tous les équipiers.

Il est regrettable que des tests n'aient pas été effectués à 22 h après la deuxième nuit, mais beaucoup étaient déjà couchés. D'une manière générale les temps de réaction sont assez bons en début de soirée entre 20 h et 22 h.

Si nous continuons notre comparaison, nous observons au cours des 2 nuits qui suivent, 2 rythmes de vie inversés :

- Premier type de rythme de 22 h à 12 h ;

Quart, sommeil, quart, suivant la première nuit complète.

- Deuxième type de rythme de 20 h à 12 h ;

Sommeil, quart, sommeil, suivant la deuxième nuit.

. A 2 h du matin, que ce soit après un quart ou 5 heures de sommeil les temps de réactions sont tous très élevés.

. Puis à 6 h.

Dans le premier type de rythme, les sujets se lèvent après 4 heures de sommeil. 2 ont des S.R.T. encore plus élevés. 2 ont des temps de réaction qui s'améliorent un peu.

Dans le deuxième type de rythme, les sujets sont debout depuis plusieurs heures et leur "vigilance" à 6 h est bien meilleure qu'elle ne l'était à 2 h, et ce pour tous les équipiers.

. Enfin à midi.

On retrouve une variation interindividuelle mais non reproductible pour un même individu. Après un rythme Q.S.Q. les temps de réaction à midi augmentent ou diminuent, et après un rythme S.Q.S. on observe l'inverse pour le même individu.

A la fin du quart de repos qui a lieu entre 12 et 18 h la qualité de la réactivité est très variable.

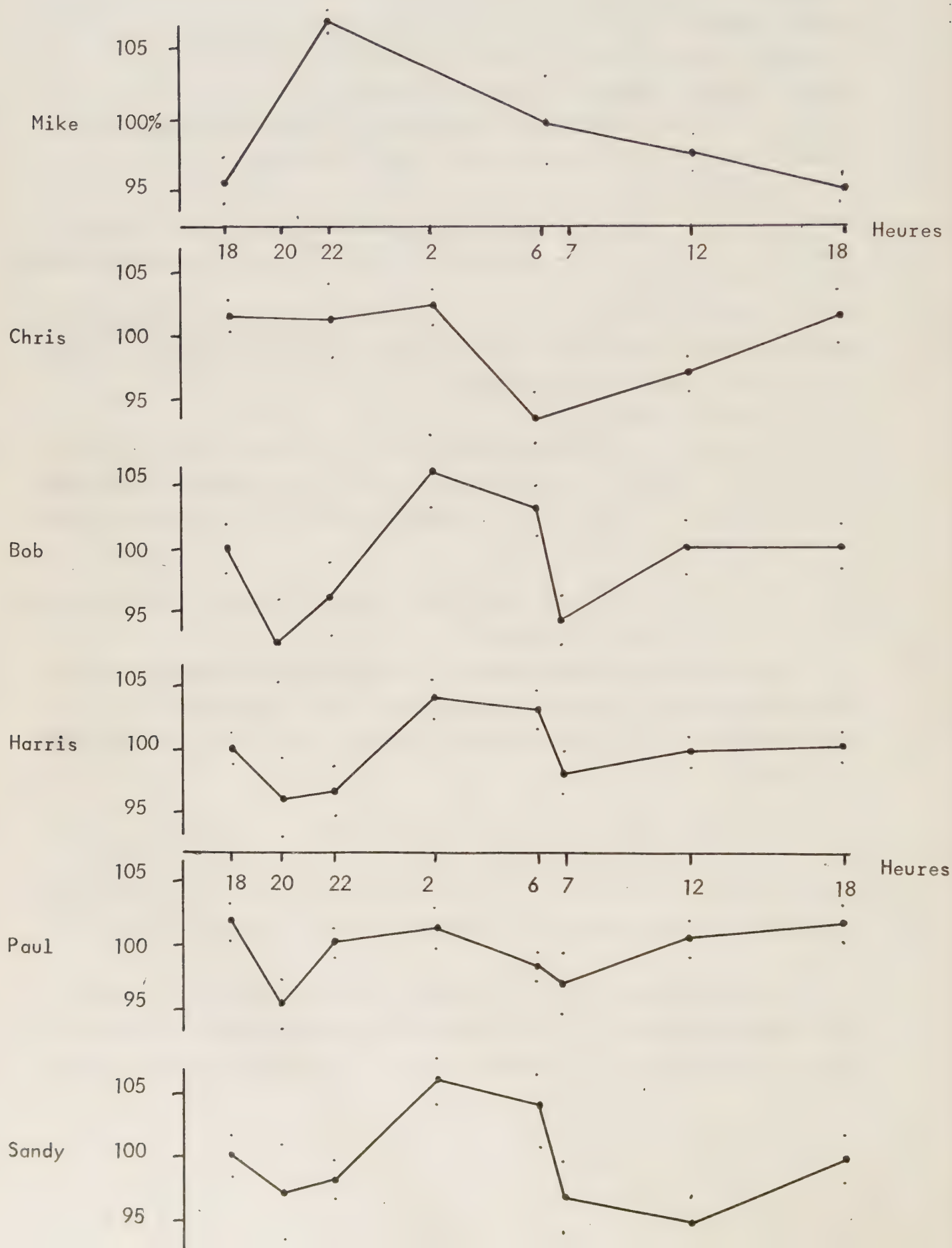
Nous avons jusqu'ici analysé les courbes de la réactivité des 4 équipiers ayant vécu sur le même rythme, mais décalé de 24 h l'un par rapport à l'autre. Il nous faut maintenant analyser celle de Mike et la nôtre.

Mike a un rythme de vie de 24 h. Ses temps de réactions s'améliorent tout au long de la journée, jusqu'à 18 h et augmentent de façon spectaculaire à 22 h. Ces résultats sont difficilement interprétables car à 22 h il n'a effectué que 3 mesures en 37 jours (cf. index n° 7).

Notre rythme de vie est de 48 h. La longue période de sommeil que nous avons entre 2 h et 12 h entraîne une réduction importante des temps de réactions. A 18 h quelle que soit l'activité précédente quart

Fig. 10. Courbes de la réactivité
sur un cycle de 24 heures
sans tenir compte de l'activité

Pourcentages



ou repos, les temps de réaction s'élèvent. A 22 h, après un quart, ils s'améliorent alors qu'après un repos assez proche du sommeil ils augmentent. A 2 h du matin, après 4 h de sommeil, comme pour les équipiers les temps augmentent, mais après un quart ils s'améliorent (cf. index n° 8).

Analyser la réactivité des différents membres de l'équipage en fonction de leur différent rythme d'activité de base est important. Mais il nous a paru intéressant de tout ramener à un cycle standard, utilisé de tous, une journée de 24 h.

Nous avons tracé les courbes de la réactivité moyenne sur 24 h pour tout l'équipage, sans nous soucier de l'activité. Les valeurs moyennes des S.R.T. retranscrites en pourcentage, en fonction de l'heure du passage des tests dans la journée, ont été utilisées. (cf. fig. n°10)

Mike a un rythme de vie de 24 h donc sa courbe reste inchangée. Autrement nous observons une amélioration des performances entre 20 h et 22 h, une aggravation à 2 h, une légère amélioration à 6 h suivie d'une réduction importante des temps de réaction à 7 h.

Analyse des résultats de la statistique verticale :

La statistique verticale de chaque tableau (cf. index n° 1 à 6) nous donne la valeur moyenne du S.R.T. pour chaque cycle.

- Mike a des temps moyens de réactivité qui augmentent pendant le premier mois puis se stabilisent pendant le deuxième.
- Mis à part Paul, dont la réactivité est assez stable, tous les autres ont des temps moyens qui s'aggravent pendant le deuxième mois de navigation

b/ Les tests d'appréciations subjectives :

Pour ceux des membres de l'équipage qui rentrent dans le cadre de ce travail, il a été effectué sur un même support, les représentations graphiques longitudinales (successivement de haut en bas et pour toute la 1ère étape) :

- de l'activité globale.
- des S.R.T. (moyenne des 6 tests pour chaque point).
- et des réponses quantifiées des 5 questions subjectives :

- Q1 Avez-vous bien dormi ?
Q2 Avez-vous sommeil ?
Q3 Avez-vous envie de travailler ?
Q4 Forme physique ?
Q5 Forme morale ?
(cf. index n° 13 à 18)

Une première corrélation a été effectuée entre les résultats des 5 questions subjectives obtenus pendant toute l'étape (cf. index n° 19).

Les coefficients de corrélation entre Q3, Q4, Q5 sont tous positifs et atteignent des niveaux significatifs. Cela signifie que lorsqu'un sujet a envie de travailler la forme physique et morale est haute, et inversement quand le moral est bas la forme physique et l'envie de travailler sont basses ...

Les 3 questions Q3, Q4, Q5 peuvent donc se résumer en simplement la question n° 3.

Nous avons ensuite recherché la corrélation qu'il pouvait y avoir entre les résultats du S.R.T. et Q1

S.R.T. et Q2

S.R.T. et Q3

tout d'abord sur tous les tests de la première étape, puis uniquement sur ceux effectués pendant les cycles types afin d'éliminer au maximum l'influence de variables non contrôlables.

Pendant la première étape

Les résultats :

	S.R.T. Q1	S.R.T. Q2	S.R.T. Q3
Mike	- . 1921	. 2322	- . 3646*
Chris	. 0423	. 1329	- . 0215
Bob	. 1097	. 1333	- . 0220
Harris	. 3002	. 3014	- . 1566
Paul	. 0103	. 0363	- . 1801
Sandy	- . 2554*	. 3804**	- . 4586**
		* p 0,01	** p 0,001

Ces coefficients de corrélation sont dans l'ensemble peu significatifs, mais on peut faire quelques remarques d'ordre général :

- Coef. de corrélation S.R.T. Q1 :

2 sujets seulement ont un coefficient négatif, c'est-à-dire que plus le sommeil a été de bonne qualité, plus les temps de réaction sont faibles.

4 sujets ont un coefficient positif donc inversement plus le sommeil a été de bonne qualité, plus les temps de réaction sont élevés.

- Coef. de corrélation S.R.T. Q2 :

Ils sont tous positifs. Plus les sujets ont la sensation d'avoir sommeil, plus les temps de réaction sont élevés.

- Enfin coef. de corrélation S.R.T. Q3 :

Tous les coefficients sont négatifs. Plus les sujets ont envie de travailler, plus les temps de réaction sont bas.

Depuis le début de l'étude, nous avons pris en considération les tests effectués pendant les cycles types, nous avons fait une deuxième corrélation en utilisant uniquement ces tests.

	S.R.T. Q1	S.R.T. Q2	S.R.T. Q3
Mike	- 0.2476	+ 0.4068*	- 0.5352**
Chris	+ 0.2723	+ 0.2535	- 0.0207
Bob	- 0.1449	+ 0.0975	+ 0.0786
Harris	+ 0.2013	+ 0.3295	- 0.1589
Paul	- 0.0160	- 0.0266	- 0.0278
Sandy	- 0.2463	+ 0.3491*	- 0.3653*
		* P 0,01	** P 0,001

Il n'y a pas de grand changement, les coefficients de corrélation sont peu significatifs (cf. index n° 20 à 25).

3°/ - LES CONDITIONS EXTERIEURES :

Une représentation graphique des conditions extérieures a été effectuée (cf. index n° 26) avec de haut en bas :

- la vitesse du vent apparent en noeuds
- l'orientation du vent par rapport au bateau en degrés
- et la pression atmosphérique, en millibars.

Les conditions extérieures ont un retentissement important sur le sujet qui vit au large, mais nous ne les prendrons pas en considération dans le cadre de ce travail.

DISCUSSION

1°/ - L'ACTIVITE :

a/ La quantification globale chiffrée en heures :

Il est bien évident que comme le montre les graphiques (cf. fig. n° 6), les membres de l'équipage n'ont pas mené une vie aussi régulière. Les besoins de la programmation nous ont obligé à tenir compte dans un premier temps, uniquement des 5 grands types d'activités.

Pour simplifier la représentation graphique, nous ne nous sommes pas souciés du nombre important d'occupations annexes, comme les heures de repas, la sieste, la cigarette que l'un va fumer sur le pont ou les rêvasseries que l'autre s'accorde dans le cockpit avant d'aller se coucher.

Ceci explique pourquoi les résultats de la quantification globale chiffrés en heures, des différents types d'activités, nous donnent des résultats si variables d'un sujet à l'autre.

Si le nombre d'heures passées sur le pont, de quart, est immuable, il n'en va pas de même pour le nombre d'heures de sommeil. Comme nous venons de le dire, personne n'allait se coucher tout de suite après le quart sur le pont, surtout lorsque le sommeil commençait pendant les heures du jour. De plus la frontière entre repos, certaines heures de odd job et sommeil, est très incertaine.

Le skipper avait une vacation radio pratiquement tous les soirs jusqu'à 23 h et se levait quelquefois au moindre phénomène anormal. Il récupérait pendant une sieste l'après-midi.

Les chefs de quart se voient attribuer de nombreuses heures de sommeil qu'ils n'ont pas eues. Les 4 heures de sommeil qu'ils ont de 18 h à 22 h un jour sur deux sont réduites par le repas, et s'endormir vers 20 h lorsqu'il fait encore jour est difficile. Les rares fois où

nous avons pu nous endormir, nous nous sommes relevés à 22 h très fatigués.

Enfin les équipiers voient leurs heures de sommeil déclaré augmentées par les heures de sommeil spontané, et celles de quelques siestes pendant les quarts de repos ou de odd job.

Néanmoins, l'équipage dormait en moyenne une dizaine d'heures par 24 h. Cela peut paraître important mais le sommeil étant entrecoupé par de nombreux réveils nous n'avions vraiment pas l'impression de dormir beaucoup. Les rythmes de vie alternant et les conditions de vie à bord augmentant la fatiguabilité, nous retrouvions toujours notre bannette avec énormément de plaisir, même si celle-ci était humide.

b/ Quantification du sommeil nocturne et diurne :

Nous avons pu constater que, seuls les chefs de quart avaient un rythme de sommeil inversé avec 7 h le jour et 4 h la nuit.

Pendant le premier mois de l'étape, ils étaient sur un rythme alternant constamment (à 4 h ou 6 h de sommeil succédaient 4 ou 6 h de quart et inversement). Leur sensation subjective, d'une certaine fatiguabilité et de manque de sommeil était importante.

Puis au cours du deuxième mois, le skipper les a remplacés le matin. Ils ont pu ainsi avoir 6 h de sommeil en plus un jour sur deux. La sensation d'un rythme plus calme et d'une meilleure récupération est très vite apparue, même si le repos avait lieu pendant la première partie de la journée.

2°/ - LES TESTS :

a/ Les tests de vigilance :

Analyse de la statistique horizontale :

Les équipiers ont donc deux nuits complètes de sommeil au cours de leurs cycles types de 4 jours. Les temps de réaction sont bien meilleurs à la fin de la deuxième nuit qu'à la fin de la première.

Pendant la deuxième nuit de sommeil qui précède la journée de cuisine, ils dorment sans crainte d'être dérangés. Alors que pendant la première, celle du odd job, ils sont réveillés une fois. Sandy nous a

confié ne pas avoir l'esprit tranquille.

Pourtant, à la fin de la deuxième nuit complète, Harris est le seul à avoir une réactivité moins bonne que la veille. C'est un sujet dont les temps de réaction sont faibles par rapport au reste de l'équipage.

Ils s'améliorent tout au long de la journée qui précède atteignant donc un niveau difficilement améliorable.

A deux heures du matin, que ce soit après un quart ou 5 heures de sommeil, les temps de réaction sont tous très élevés.

On peut penser que la "vigilance" est systématiquement très mauvaise à ce moment précis, mais on peut aussi se dire que rester éveillé jusqu'à 2 h du matin ou être réveillé en plein milieu du sommeil est fatigant.

Deux équipiers ont des temps de réaction encore plus aggravés à 6 h après 4 h de sommeil. Il est légitime de penser qu'ils sont fatigués car réveillés après une faible quantité de sommeil mal localisé, et ce d'autant qu'ils ont veillé tard.

Par contre à 6 h, après 4 h de veille, tous ont paradoxalement des réactivités améliorées alors que nous savons grâce à la revue de la littérature que la période critique de la "vigilance" se situe entre 4 et 6 h. Peut-être est-ce dû au sommeil qu'ils ont eu pendant la première partie de la nuit, de 22 h à 2 h qui (bien qu'il soit difficile d'en sortir) procure un repos et améliore le niveau des performances dans les heures qui suivent comme le constate ANGIBOUST (2).

A l'appui de cette suggestion, il y a notre courbe personnelle de la réactivité (cf. index n° 8). A 2 h du matin après 4 h de sommeil, comme les équipiers nous nous levons fatigués, et à 6 h notre réactivité est très nettement améliorée. Mais à l'inverse de tous, à 2 h, après 4 h de quart nos temps de réaction bien qu'assez élevés sont meilleurs qu'ils ne l'étaient à 22 h. Ceci peut être dû aussi à la présence d'un repos antérieur entre 20 h et 22 h qui, bien qu'écourté, était un sommeil de début de nuit ayant procuré un bon repos.

Après un rythme quart, sommeil, quart, les temps de réaction à midi, augmentent ou diminuent en fonction des sujets. Mais après un rythme sommeil, quart, sommeil on observe l'inverse pour le même sujet. Il serait intéressant de savoir si ces personnes sont des lèves tôt ou des lèves tard.

Au cours du quart de repos qui a lieu entre 12 h et 18 h la qualité de la "vigilance" suit une évolution variable. Deux facteurs peuvent être retenus :

- les différences interindividuelles
- mais surtout la qualité du repos.

- . un travail simple peut faciliter le maintien d'une bonne vigilance
- . A l'inverse une sieste peut la diminuer. Sandy dormait systématiquement. Paul et nous-même faisons parfois la sieste. Nos temps de réaction augmentent à 18 h.

Entre 20 h et 22 h les temps de réaction sont en général bons comme le constate WILKINSON (83), sauf pour ceux qui ont dormi une partie de l'après-midi.

Les courbes de la réactivité moyenne rapportée à un cycle de 24 h (cf. fig. n° 10) nous montrent des valeurs élevées des temps de réaction, observées classiquement entre 2 h et 6 h du matin (2 - 6). Entre 6 h et 7 h il y a une grande différence du niveau de réactivité ; les tests n'ont pas été effectués les mêmes jours et avant 7 h ils pouvaient déjà être éveillés sur leur couchette.

Analyse de la statistique verticale :

Nous avons constaté, sur les résultats de la statistique verticale (cf. tableau index n° 1 à 6 ligne horizontale en bas) certaines variations des S.R.T. moyens pour chaque cycle. Nous n'avons pas trouvé pour le moment de relation avec les conditions extérieures, vitesse du vent,

gîte du bateau, pression atmosphérique.

Nous avons pu obtenir les BIORYTHMES de chaque membre de l'équipage. La biorythmique est basée sur les observations scientifiques permettant de préciser les jours où certaines conditions biologiques sont réunies pour qu'une personne se sente en "pleine forme" ou au contraire, qu'elle "ne se sente pas dans son assiette", sans qu'aucun trouble ne se manifeste.

Chacun des 3 rythmes ou cycles biologiques : physique, affectif ou émotionnel, intellectuel, est composé d'une phase positive et d'une phase négative. L'examen du Biorythmogramme permet de déterminer les variations des capacités de rendement et d'efficience de chacun. La phase ascendante (majeure) correspond à une période où les "possibilités" et la forme s'accroissent; l'inverse pour la phase descendante (mineure). Les jours qui se situent au milieu d'une phase descendante ou ascendante sont des jours faibles, s'ils coïncident avec une phase négative d'un autre rythme on parle de jours critiques.

Nous pouvons constater (cf. index n° 27 à 32) qu'il y a certaines concordances entre les moyennes des S.R.T. élevées et les jours critiques où les phases négatives.

Exemples : Harris a des temps de réaction qui augmentent régulièrement à partir du 23 septembre. Peut-être la fatigue se fait elle sentir, mais ses courbes biorythmiques passent toutes progressivement en phases négatives. C'est la même chose pour nous entre le 14 et le 24 octobre. Par contre Mike, Paul et Sandy ont des temps de réaction plus réguliers. Leurs courbes biologiques sont en combinaisons.

b/ Les tests d'appréciations subjectives de certains paramètres :

Les réponses aux questions d'ordres subjectifs ne nous apportent pas grand-chose pour le moment. Les coefficients de corrélation sont trop bas pour être significatifs.

Néanmoins il est légitime de penser que plus les sujets ont la sensation subjective d'avoir sommeil, plus la réactivité est mauvaise, puisque les coefficients de corrélation bien que peu significatifs sont tous positifs.

Nous avons jusqu'ici parlé des méthodes de traitement des données, exposé les résultats que nous avons ensuite discutés. Mais les éléments sur lesquels repose notre étude sont-ils valables ?

Les "échantillons humains" qui ont effectué les tests sont-ils "normaux" ? Sont-ils identiques à n'importe quel échantillon pris dans la société ?

Nous pensons qu'ils sont valables, car avant la course chaque échantillon avait une vie citadine. Il peut donc très bien être le reflet de n'importe quel sujet pris parmi la société.

Les tests effectués sont assez simples et plus sujets à des variations individuelles. Lorsque l'on répond à une question subjective dans quelle mesure ne majorons nous pas la réponse, et dans le cas des 5 questions utilisées dans le cadre de cette étude, les sujets n'ont-ils pas tendance à aligner les réponses (les traits) l'un au-dessus de l'autre ?

Le test électronique (Simple Reaction Timer) est moins sujet à discussion, c'est la raison pour laquelle nous l'avons dit : objectif. Cependant lorsque nous avons effectué le test nous avons pu constater que le mouvement brusque du bateau pouvait avoir une influence sur le positionnement du doigt sur le bouton et que le moindre appel détournait l'attention.

RESUME

Nous pensons qu'un rythme polyphasique permanent et identique (4 h de sommeil, 4 h de quart) est fatiguant car trop rapide.

Il est préférable de garder à bord un rythme d'activité régulier, qu'il soit circadien (24 h), circabidien (48 h), circaquatridien (96 h) etc... Certains skippers imposent à leur équipage deux petits quarts de 2 h entre 18 h et 22 h. Il semble que physiologiquement, l'organisme n'en tire pas avantage. La réactivité, les cycles de la température et de l'éveil/sommeil suivent leurs rythmes traditionnels ; ces deux petits quarts "cassent" le rythme et la nuit, ceux qui sont éveillés, sont moins efficaces car moins vigilants (19).

Le fait d'être dérangé ou même de savoir que l'on peut être dérangé pendant sa nuit de sommeil peut avoir un retentissement sur les temps de réaction le matin.

Il existe de grandes variations interindividuelles en milieu de journée. Mais pour un même individu la réactivité à midi varie en fonction du type de rythme mené pendant la nuit qui précède.

D'une façon générale, pendant la demi-heure qui suit le lever après un sommeil de faible quantité (4 h), et ce quelque soit sa localisation dans le nycthémère, les temps de réaction sont augmentés. Quelque soit l'activité qui précède, 2 h du matin semble être une période de relative "hypovigilance". Il faudra donc se méfier de ces moments dangereux lorsque l'on se trouve sur le pont d'un bateau.

Les courbes de la réactivité moyenne ramenées à un rythme de 24 h objectivent un cycle circadien de la réactivité et confirment l'hypovigilance classique entre 2 h et 6 h du matin.

Néanmoins une période de sommeil, même courte, ayant lieu entre 20 h et 24 h semble améliorer le niveau de vigilance de la période dite critique de la deuxième partie de la nuit.

Pour le moment, il ne nous semble pas possible d'apprécier subjectivement sa véritable vigilance. Mais un sujet qui a la sensation d'avoir sommeil doit faire attention.

CONCLUSION

Cette étude porte sur l'équipage d'un voilier au cours de la première étape de la PARMELIA RACE (Plymouth-Capetown).

Les sept sujets adultes jeunes (de 26 à 38 ans) qui le composaient ont, au cours des cinquante-sept jours qu'a duré cette étape, accepté :

1°/ - De noter leurs différentes activités, leurs durées respectives et leurs localisations dans le temps.

L'analyse de ces données a permis d'objectiver :

- L'existence . d'un rythme circadien de l'activité pour le skipper.
 - . de rythmes circabidiens (48 h.) pour les deux chefs de quart.

- . de rythmes circaquatridiens (96 h.) pour les quatre équipiers.

aucune composante circadienne n'est retrouvée pour les six derniers sujets.

- L'aspect quantitatif de l'activité ne met pas en évidence de "dette" de sommeil quelques soient les rythmes suivis.

2°/ - D'effectuer des tests objectifs quantifiés, de la réactivité, au moyen d'un appareillage simple, le Simple Réaction Timer du Dr. WILKINSON.

L'analyse des valeurs recueillies et de leur évolution au cours de cycles types et individuels a montré :

- Un rythme circadien de la réactivité.

- Quelque soit l'activité qui précède :

- . des valeurs maximum de la réactivité à 2 h.

- . des valeurs faibles à 22 h.

- et de grandes variations interindividuelles proches de la moyenne globale à 12 h.

Les deux valeurs minimum de la réactivité observées à 7 h et 20 h ne peuvent être interprétées dans le cadre d'un rythme circadien puisqu'ils n'ont été observés qu'un jour sur deux dans un seul changement d'activité :

- Sommeil-éveil à 7 h
- Eveil-repos à 20 h.

3°/ - D'évaluer au début de chaque changement d'activité :

- la qualité subjective du sommeil précédent s'ils en avaient eu
- leur somnolence
- leur envie de travailler
- leur forme physique
- et leur forme morale.

Les coefficients de corrélation élevés, observés entre les 3 dernières questions permettent de les résumer en une seule, Avez-vous envie de travailler ?

Les coefficients de corrélation calculés entre les tests objectifs de la réactivité (S.R.T.) et chacune des 3 premières questions d'appréciation subjective ne sont pas significatifs.

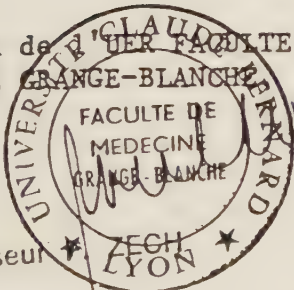
On peut donc conclure que d'une façon générale, pendant la demi-heure qui suit le lever, après un sommeil de faible quantité (4h environ) la réactivité est de mauvaise qualité. 2h du matin semble être une heure critique où le niveau de vigilance est particulièrement bas. Il faudra donc être très prudent pendant les manoeuvres sur le pont.

Les coefficients de corrélation ne sont pas suffisamment significatifs pour conclure que la réactivité objective peut être appréciée par des paramètres d'ordre subjectif. Néanmoins un sujet ayant la sensation d'avoir sommeil doit faire attention.

Le Président de la thèse,
(nom et signature)

Professeur René GUILLET
Chirurgien des Hôpitaux

le Doyen de l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD
MEDECINE GRANGE-BLANCHE



Professeur

VU ET PERMIS D'IMPRIMER

LYON, le

16 MAI 1980

Le Président de l'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD

Pour le Président.

Un Membre du CCEM

INDEX

MiKE	8sep	12sep	13sep	15sep	16sep	17sep	25sep	26sep	27sep	28sep	29sep	30sep	1oct	2oct	3oct	4oct	5oct	6oct
12h - 0	184	207	202	205	212	224	210	200	224	229	194	194	234	252	239	238	226	208
18h - 6	209	209	225		218		226	210	198	210	211	197	227	215	228	220	209	226
22h - 10		259		278		257												
6h - 18	195	226	228	216	183	265	212	250	239	249	216	204	210	232	197	224	235	253
12h - 24	220	202		212	224	234	200	224	229	194	194	234	262	239	238	226	208	214
moyenne	202	211	218	220,6	209,2	241	212	221	222	230	203,7	207,2	230	234,5	225,5	227	219,5	225
écart-type	$\pm 15,7$	$\pm 10,4$	$\pm 14,2$	$\pm 21,3$	$\pm 18,1$	$\pm 21,3$	$\pm 10,7$	$\pm 21,6$	$\pm 17,4$	$\pm 23,7$	$\pm 11,4$	$\pm 18,3$	$\pm 17,3$	$\pm 15,4$	$\pm 19,6$	$\pm 7,7$	$\pm 13,2$	$\pm 19,9$

Suite	7oct	8oct	9oct	10oct	11oct	12oct	13oct	14oct	15oct	17oct	18oct	19oct	20oct	21oct	22oct	23oct	24oct	25oct	26oct	moyenne	écart-type
Suite	214	237	226	227	218	248	220	218	223	251	212		225	229	215	253	226	201	213	220,1	$\pm 16,8$
Suite	225	215	222	230	227	198	227	211	199	230	216		238	221	217		237	224	200	217,4	$\pm 11,3$
Suite																				264,6	$\pm 11,5$
Suite	225	186	203	224	214	212	239	217	234	220	234	235	254	221	216	241	234	203	229	224,4	$\pm 19,2$
Suite	237	226	227	218	248	220	218	223	187	212	206	225	229	215	253	226	201	213	198	220,1	$\pm 16,2$
Suite	225,2	216	219,5	224,7	2267	219,5	226	217,2	210	228	217	222	236,5	221,5	225,2	240	224,5	210,2	210	225	
	$\pm 9,3$	$\pm 21,9$	$\pm 11,4$	$\pm 5,1$	$\pm 15,1$	± 21	$\pm 9,4$	$\pm 4,9$	$\pm 21,5$	$\pm 16,8$	± 12	$\pm 14,7$	$\pm 12,8$	$\pm 5,7$	$\pm 18,5$	$\pm 13,5$	$\pm 10,3$	$\pm 10,5$	$\pm 14,3$		

TABLEAU DES MOYENNES DES S.R.T. AU COURS DES CYCLES TYPES

TABLEAU DES MOYENNES DES S.R.T. AU COURS DES CYCLES TYPES

CHRIS	24sept	27sep	28sep	30sept	2 oct	4oct	6 oct	8oct	10oct	12oct	14oct	16oct	18oct	20oct	22oct	24oct	moyenne écart-type
12h - 0		190	218	199	199	214		194	213	199	192	214	212	220	219	221	207,4+11,3
18h - 6	205	230	203	210	218	195	175	222	253	215	217	237	247	233			218,5 + 20,8
22h - 10	250	224		204	230	207	200	194	241	203	186	196	220	221	229	222	215,1 + 18,3
2 h - 14	201	234	213	247	233	186	202	213	225	222	222	230	216	259	229	217	222,5 + 18,4
6h - 18	211	232	234	207	231	208	188	205	208	240	184	224	192	239	210	207	213,7 + 17,7
12h - 24	212	198	257	204	213	221	211	183	205	204	222	218	241	231	214	211	215,3 + 17,3
18h - 30		201	2201	224	188	226	252	231	237	210	222	232	228	237	240	227	223,8 + 17,0
22h - 34	222	225	233	210	220	235	220	215	235	210	236	235	237	255	225	205	226,1 + 12,5
2h - 38	198	205	244	235	220	194	223	228	214	231	226	223	216	250	205	228	221,2 + 15,5
12h - 48	190	218	199	199	214		194	213	199	192	214	212	220	219	221	222	208,4 + 11,2
moyenne écart-type	211,1 + - 18,4	215,7 + - 15,8	222,4 + - 20,6	213,9 + - 16	217,7 + - 15,9	209,5 + - 15,1	207,2 + - 22,6	209,8 + - 15,6	223 + - 17,8	212,6 + - 14,8	212,1 + - 18,1	222,1 + - 12,5	222,9 + - 16	236,4 + - 14,5	221,3 + - 10,8	217,7 + - 8,3	220

BOB	8 sept	12 sept	20 sept	24 sept	28 sept	6 oct	10 oct	18 oct	22 oct	moyenne écart-type
18 h - 0			215	215	202	249	211	262	262	230,8 + 25,8
7 h - 13				231	219	213				218,8 + 15,7
8 h - 14							192	237	221	
12 h - 18		211					250	236	249	236,5 + 18,1
18 h - 24		200		228	235	243	228	242	268	234,8 + 20,5
22 h - 28	191	206	226	198	202	206	244	249	265	218,5 + 28,7
2 h - 32	218	212	223	251	228	233	246	267	293	241,2 + 26,0
6 h - 36	259	233	211	240	223	232	219	252	251	235,5 + 16,3
12 h - 42		195	214	212	222	267	260	259	285	239,2 + 32,3
18 h - 48		218	222	244	216	233		267	258	235,4 + 18,6
22 h - 52	240	217	192	250	223	262	266	236	224	234,4 + 23,3
7 h - 61	206	206	185		216		263		247	220,5 + 29,0
20 h - 74	209	216	212	185	192	245	246		229	216,7 + 22,3
2 h - 80	206	225	251	294	249	260	296	257	271	256,5 + 29,1
6 h - 84	192	227	240		271	276	257		268	247,2 + 30,0
12 h - 90	213	222	219	190	235	260	248	233	243	229,2 + 20,9
moyenne écart - type	214,8 + - 22,0	214,4 + - 10,9	217,5 + - 17,9	228,1 + - 30,7	222,3 + - 22,3	244,5 + - 20,8	244,7 + - 25,8	249,7 + - 12,6	254,9 + - 21,0	230

TABLEAU DES MOYENNES DES S.R.T. AU COURS DES CYCLES TYPES

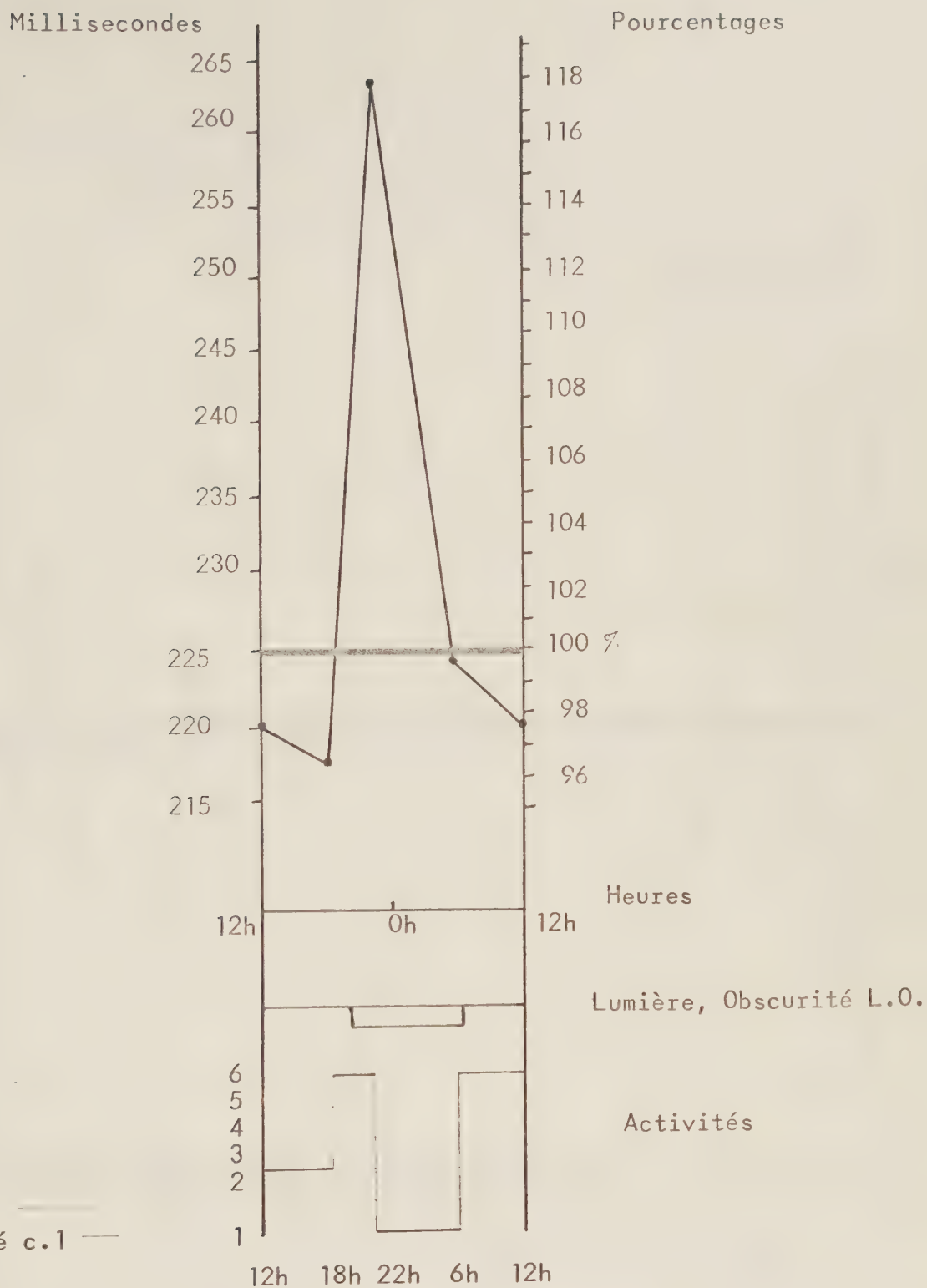
PAUL	9 sept	17 sept	3 oct	7 oct	11 oct	15 oct	moyenne écart - type
18 h - 0	225	215	200	234	233	215	220,3 + 12,9
8 h - 14		225	209	191	239	218	216,4 + 17,9
12 h - 18	222		213		237		224 + 12,1
18 h - 24	225	222	215	205	224		218,2 + 8,3
22 h - 28	217	216	196	216	207	231	213,8 + 11,6
2 h - 32	214	243	203	228	223	198	218,1 + 16,6
6 h - 36	225	202	212	224	212	217	215,3 + 8,6
12 h - 42	203	213	216	203	225	215	212,5 + 8,4
18 h - 48	225	211	205	226	233	232	222 + 11,4
22 h - 52	226	226	206	241	205	222	221 + 13,6
7 h - 61	186	212	200	202	190	234	204 + 17,3
12 h - 66	220	205		200			208,3 + 10,4
20 h - 74	209	201	200	189	230	209	206,3 + 13,7
2 h - 80	232	193	225	226	231	206	220 + 17,1
6 h - 84	209	216	208	226	214	189	210,3 + 12,2
12 h - 90	227	210	230	228	223	234	225,3 + 8,3
moyenne écart-type	218,1 + 12,6	214 + 12,0	209,2 + 9,5	215,9 + 16,2	221,7 + 13,6	216,9 + 14,0	216,8

HARRIS	7 sept	11 sept	15 sept	19 sept	23 sept	27 sept	1 oct	5 oct	9 oct	13 oct	17 oct	moyenne écart-type
18 h - 0	180	187	184	154	198	186	188	194	191	174	227	187,5 + 17,6
7 h - 13			179		194	176						186 + 14,7
8 h - 14		182		168			167	192	195	191	216	
12 h - 18		189	176	165	167	191	179	189	168	207	215	184,6 + 16,9
18 h - 24			169		170	180	180	183	206		211	185,5 + 16,5
22 h - 28	160	167	155	168	161	213	180	193	214	207	182	181,8 + 21,9
2 h - 32	207	175	200		183	187	185	189	190	203	202	192,1 + 10,3
6 h - 36	206	190	159	189	191	193	206	212	210	208	205	197,1 + 15,3
12 h - 42	209	192	179	163	175	180	203	196	207	190	222	192,3 + 17,3
18 h - 48	189	181	214	181	183	169	177	186	191	192	219	189,2 + 15,0
22 h - 52	182	187	162	169	161	173	187	195	176	207		179,9 + 11,6
7 h - 61	164	199	168	167		183	192	180	182	199	178	181,2 + 12,6
12 h - 66			167	161			198		185	204		183 + 18,7
20 h - 74	177		162	155			199		179	206		179,6 + 19,9
2 h - 80	197	173	176	172	193	177	217	201	238	200	221	196,8 + 21,7
6 h - 84	199	174	168	188	188	183	185	197	206			186,7 + 10,1
12 h - 90	170	163	178	185	180	157	183	183	192	205	228	184 + 19,6
moyenne écart-type	186,6 + 17,0	181,4 + 10,5	176 + 15,4	170,3 + 11,3	179,7 + 12,3	182 + 12,8	189,1 + 12,7	190,7 + 9,0	195,6 + 17,3	199,5 + 9,6	210,6 + 16,2	189,8

TABLEAU DES MOYENNES DES S.R.T. AU COURS DES CYCLES TYPES

TABLEAU DES MOYENNES DES S.R.T. AU COURS DES CYCLES TYPES

SANDY	14 sept	18 sept	22 sept	30 sept	8 oct	12 oct	16 oct	20 oct	24 oct	moyenne écart type
18 h - 0	234	211	208		206	237	246	220	230	224 + 14,8
8 h - 14	219	222	248		200	219		212	240	222,88 + 16,3
12 h - 18				226	197			189		204 + 19,4
18 h - 24	198	225	272			238	208		262	233 + 29,3
22 h - 28	190	201	230	215	210	218	213	234	210	213,4 + 13,4
2 h - 32	261	247	210	232	239	255	253	248	223	240,7 + 16,7
6 h - 36	239	273	255	215	240	254	234	252	270	248 + 18,1
10 h - 40	184	189	207	198	220	199	228	181	248	206 + 22,2
14 h - 44	209	254	202	278	218	219	230	199	185	221 + 28,9
18 h - 48	221	210	240	196	250	242	216	238	240	228 + 18,0
22 h - 52	197	207	186		185	258	260	209	208	213,7 + 29,4
2 h - 56		259	244	189		209	217	211	205	219 + 24,1
6 h - 60	251	230	278	229	233	213	218	224	258	237 + 21,0
10 h - 64	212	199	177	222	217	248	243	247		220,6 + 25,0
14 h - 68	215	188	239	206	232	298	291	246		226,8 + 35,8
moyenne écart - type	217,6 + 23,3	222,5 + 26,8	228,2 + 30,7	218,7 + 24,2	219 + 19,2	236,2 + 25,9	227,4 + 19,5	221,2 + 22,4	231,5 + 38,7	225,4



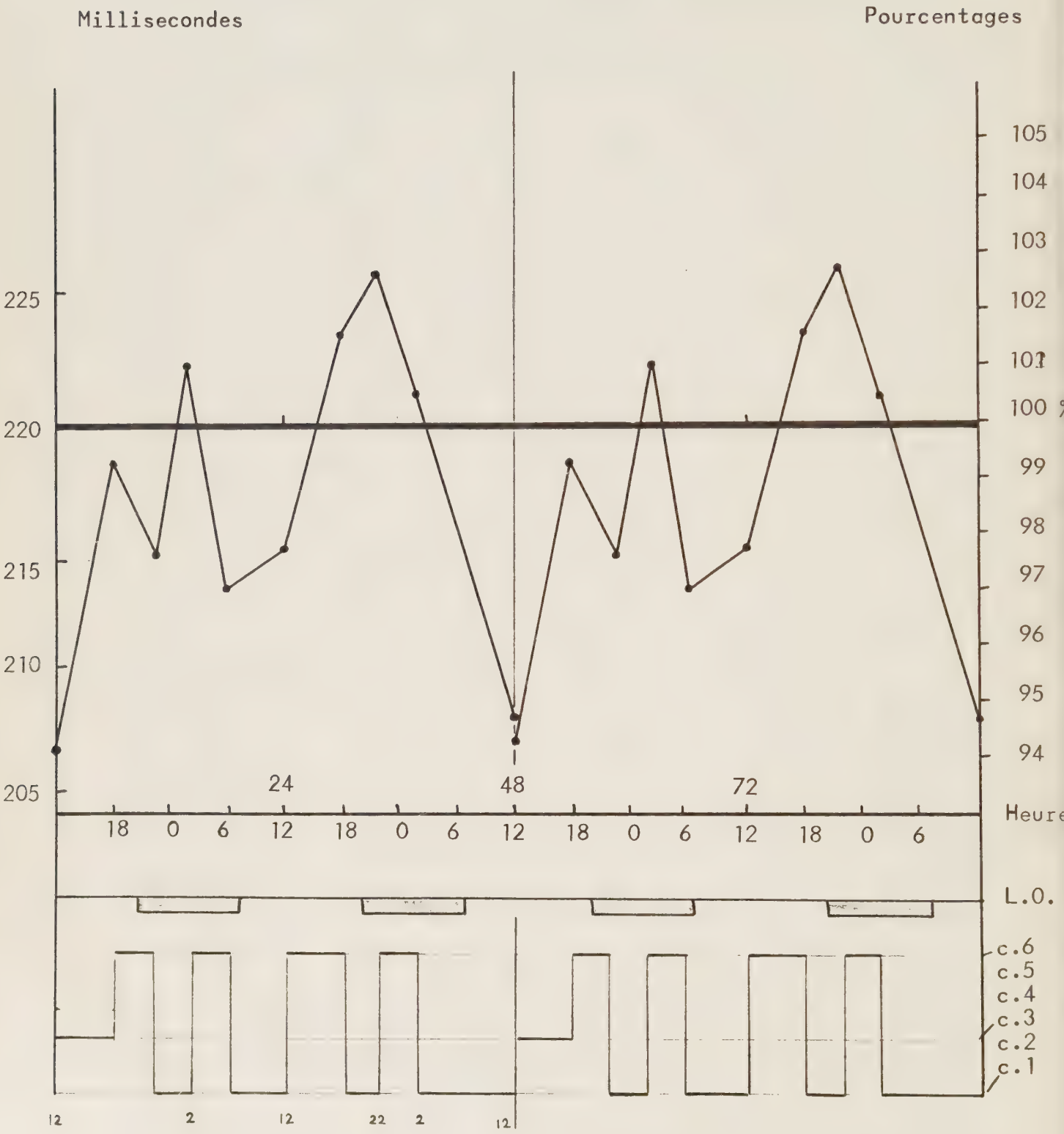
MIKE

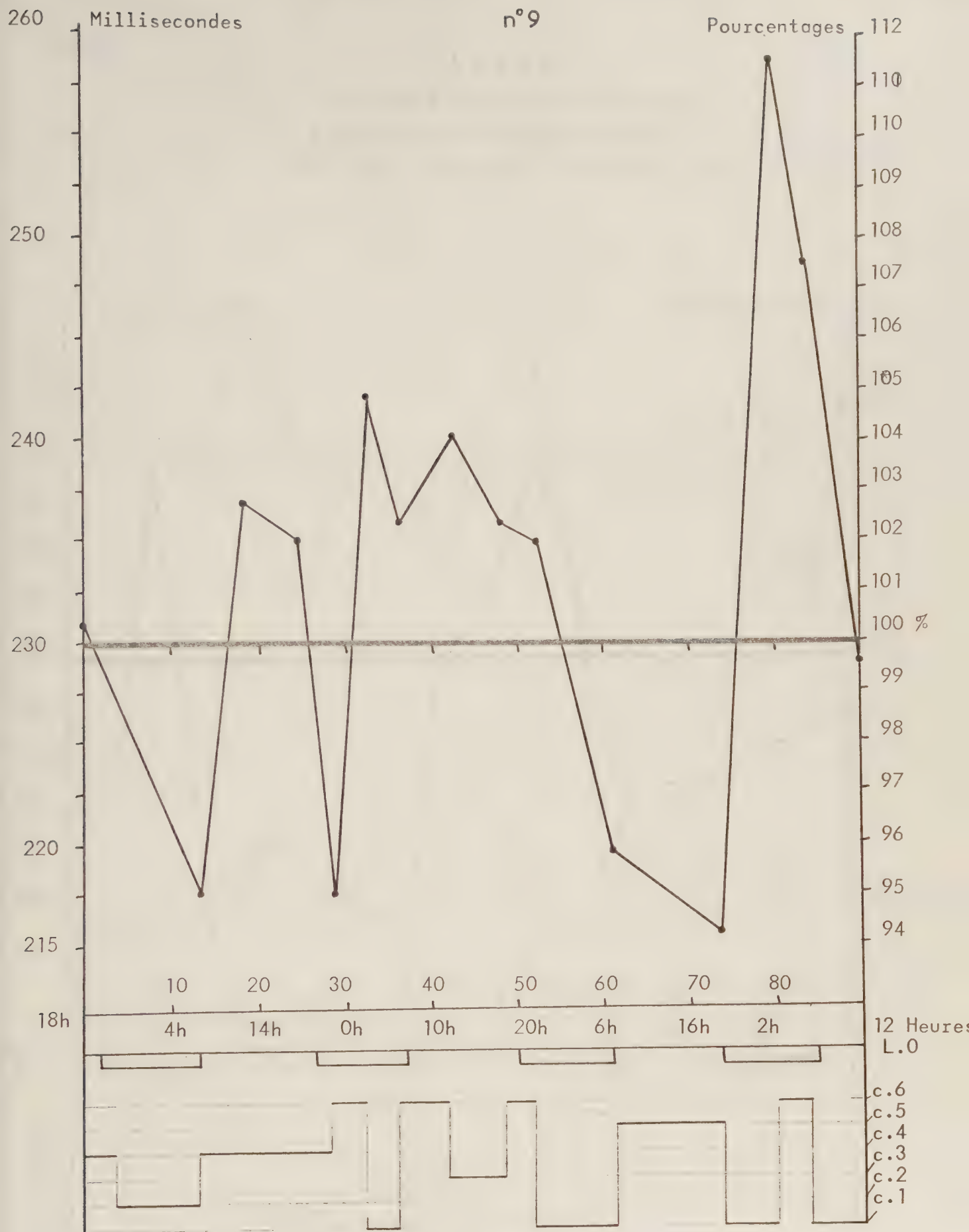
COURBE DE LA REACTIVITE MOYENNE
en pourcentages et millisecondes

sur 24 heures

C H R I S

DEUX COURBES DE LA REACTIVITE MOYENNE
(en pourcentages et millisecondes)
sur 96 heures = 2 cycles - types

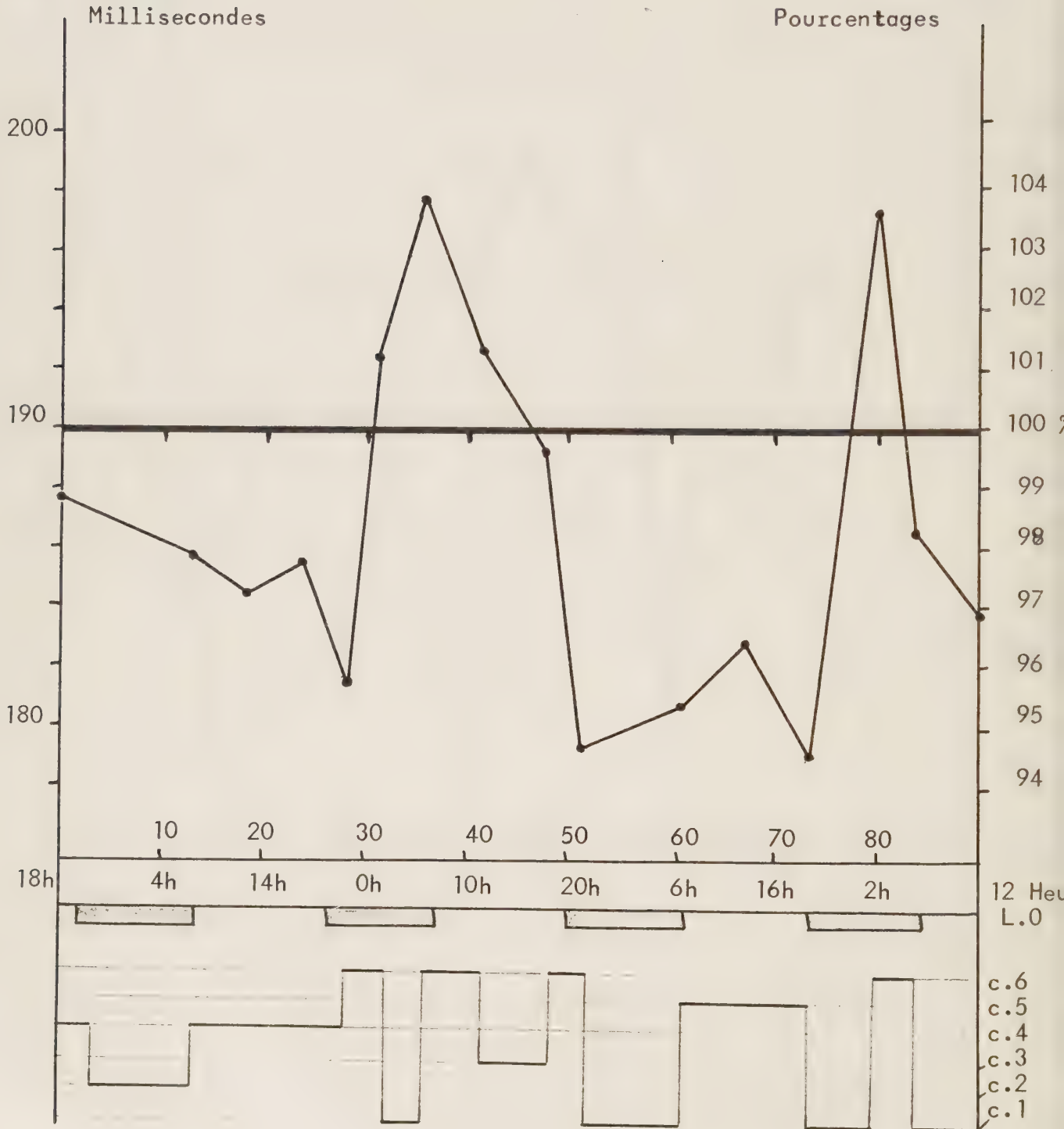


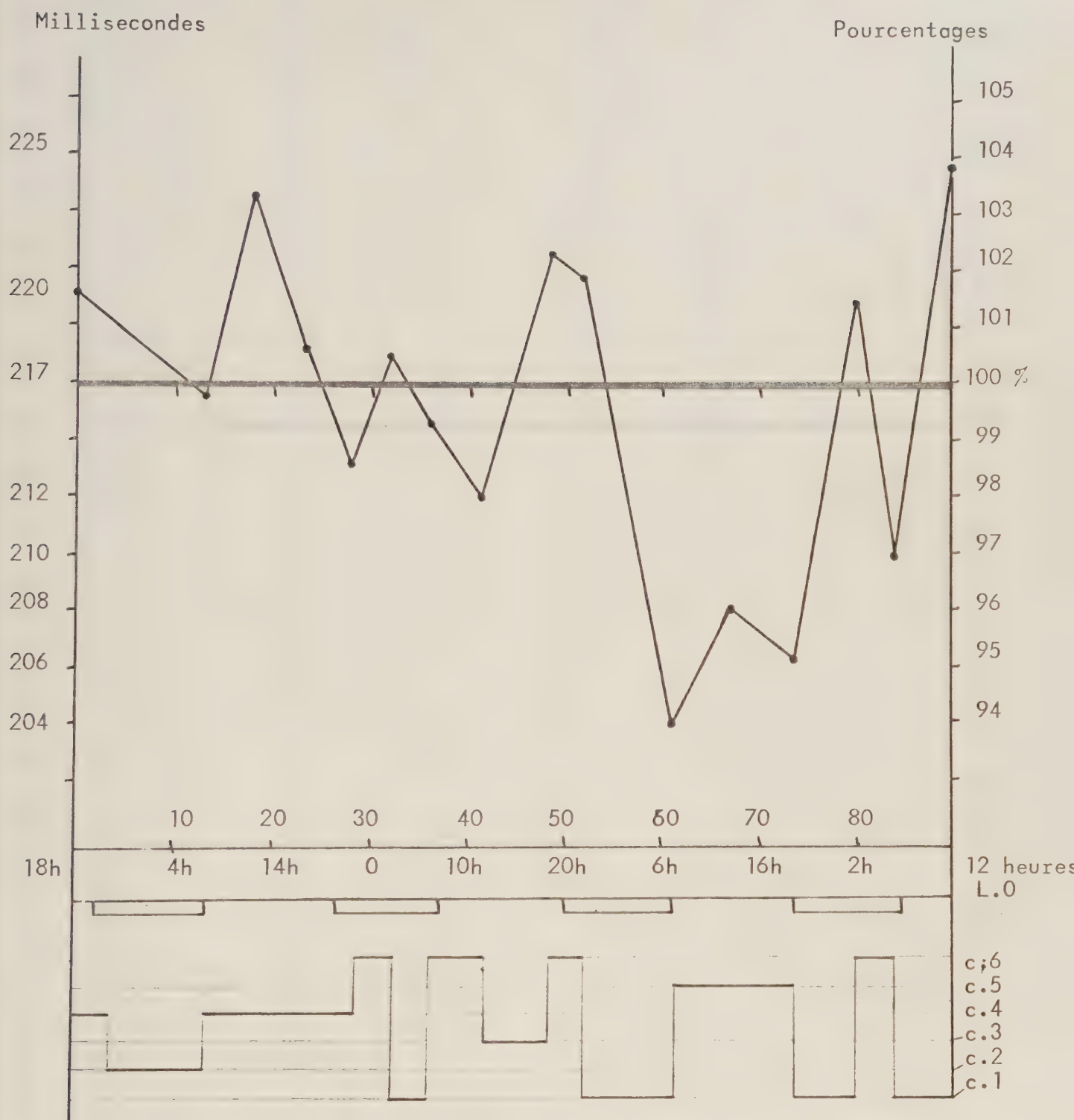


B O B

COURBE DE LA REACTIVITE MOYENNE
(en millisecondes et pourcentages)
en fonction d'un cycle type d'activité

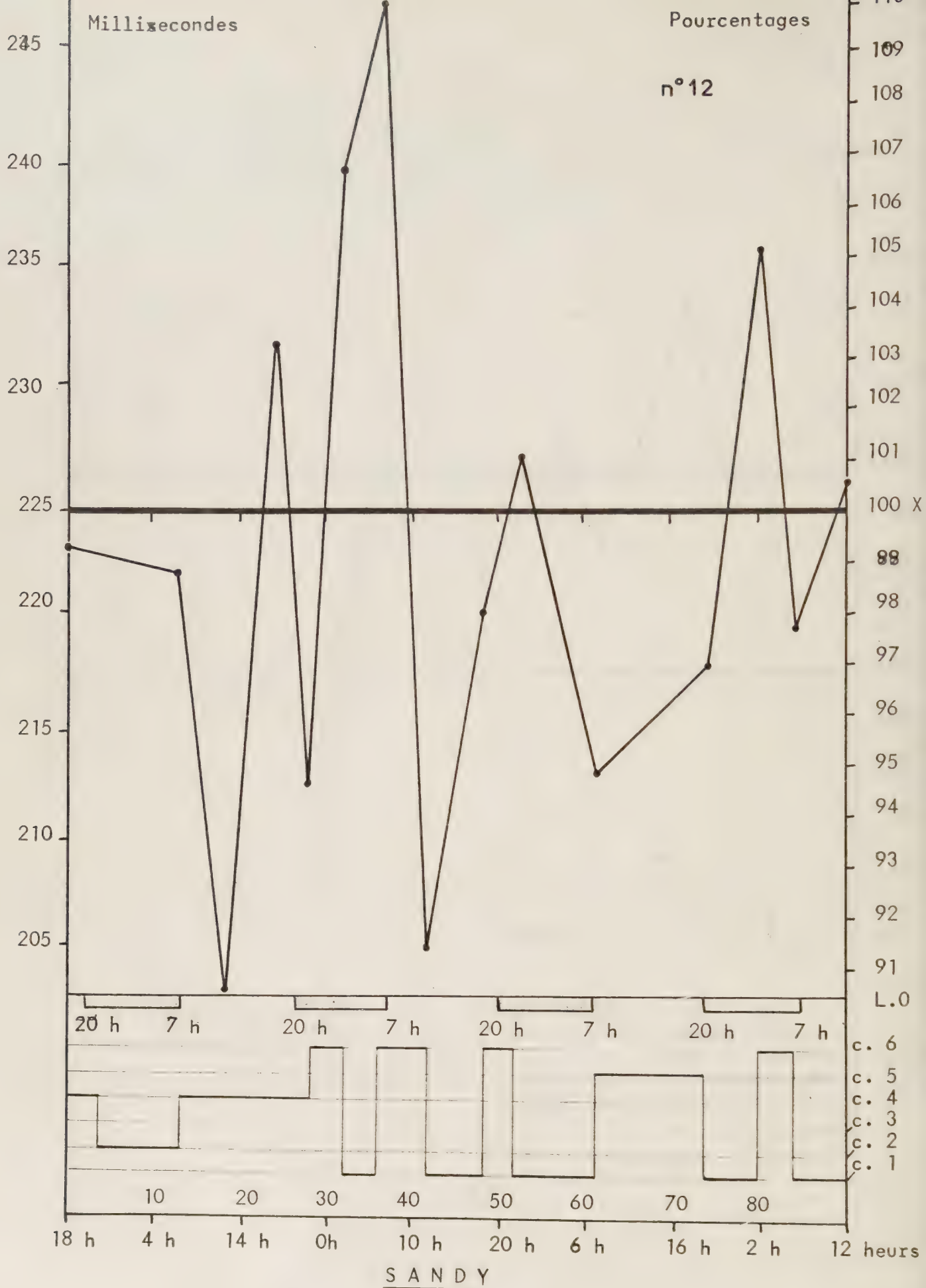
COURBE DE LA REACTIVITÉ MOYENNE
(en millisecondes et pourcentages)
en fonction d'un cycle type d'activité





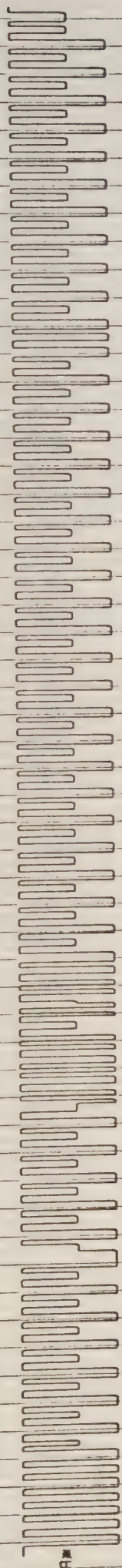
P A U L

COURBE DE LA REACTIVITE MOYENNE
(en millisecondes et pourcentages)
en fonction d'un cycle type d'activité



Courbe de la réactivité moyenne
(en millisecondes et pourcentages)
en fonction d'un cycle type d'activité

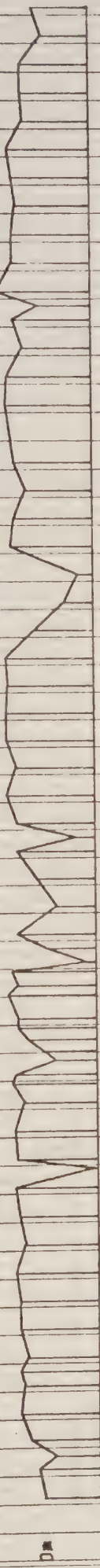
Activités



S.R.T.



Avez-vous bien dormi ? Q1



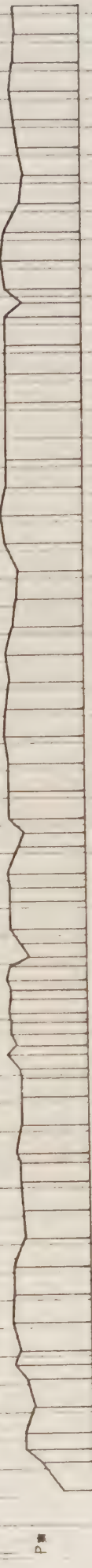
Avez-vous sommeil ? Q2



Avez-vous envie de travailler ? Q3



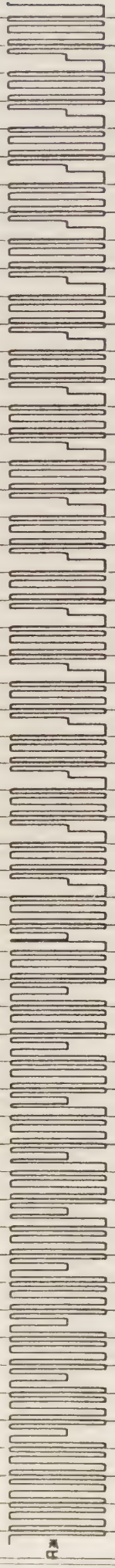
Forme physique ? Q4



Forme morale ? Q5



Activités



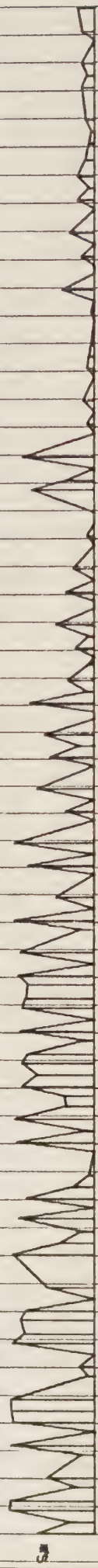
S.R.T.



Avez-vous bien dormi ? Q1



Avez-vous sommeil ? Q2



Avez-vous envie de travailler ? Q3



Forme physique ? Q4

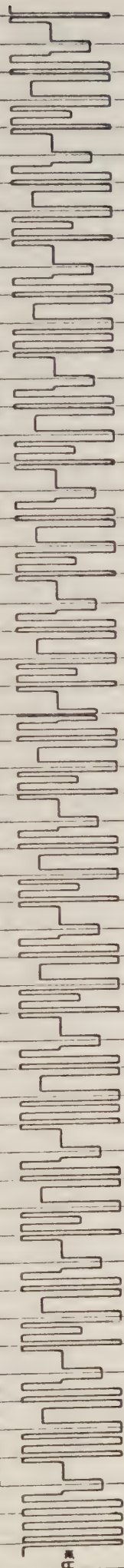


Forme morale ? Q5



2 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42 44 46 48 50 52 54 56

Activités



S.R.T.



Avez-vous bien dormi ? Q1



Avez-vous sommeil ? Q2



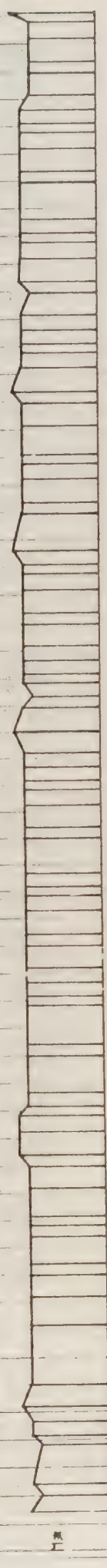
Avez-vous envie de travailler ? Q3

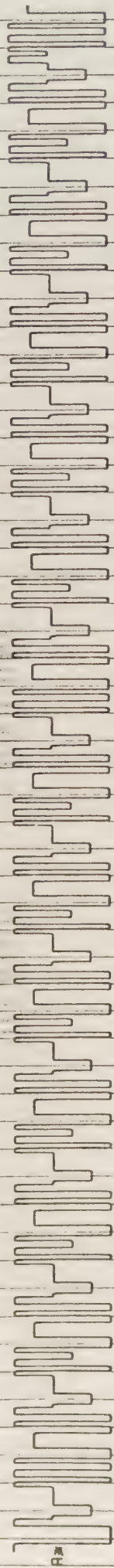


Forme physique ? Q4



Forme mordre ? Q5





S, R, T.



Avez-vous bien dormi ? Q1



Avez-vous sommeil ? Q2



Avez-vous envie de travailler ? Q3



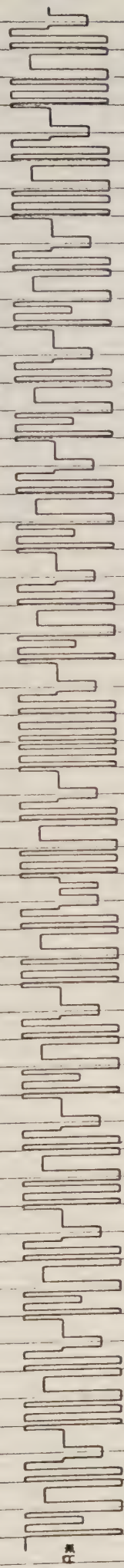
Forme physique ? Q4



Forme morale ? Q5



Activités



R

S.R.T.

R



Avez-vous bien dormi ? Q1

D



Avez-vous sommeil ? Q2

S



Avez-vous envie de travailler ? Q3

E



Forme physique ? Q4

P



Forme morale ? Q5

M



Activités



S.R.T.



Avez-vous bien dormi ? Q1



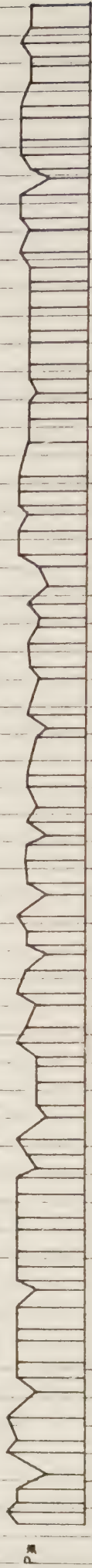
Avez-vous sommeil ? Q2



Avez-vous envie de travailler ? Q3



Forme physique ? Q4



Forme morale ? Q5

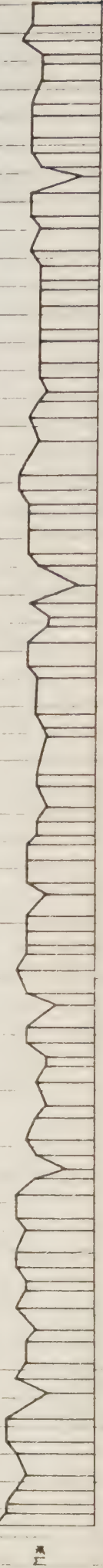


TABLEAU DES COEFFICIENTS DE CORRELATION
DES RESULTATS DE CINQ QUESTIONS SUBJECTIVES

n° 19

$P < 0,01$

* Seuil de Signification en fonction du
nombre de valeurs pris en compte par la corrélation

MIKE						
Q1	1	- 0.2898	0.3669	0.2614	0.2446	
Q2	- 0.2898	1	- 0.5490	- 0.0762	- 0.0208	
Q3	0.3669	- 0.5490	1	0.4736	0.2465	0,310
Q4	0.2614	- 0.0762	0.4736	1	0.4719	
Q5	0.2446	- 0.0208	0.2465	0.4719	1	
		Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
CHRIS						
	1	0.2217	- 0.1874	- 0.1418	- 0.1000	
	0.2217	1	- 0.2052	- 0.4407	- 0.4273	
	- 0.1874	- 0.2052	1	0.5159	0.3620	0,250
	- 0.1418	- 0.4407	0.5159	1	0.8298	
	- 0.1000	- 0.4273	0.3620	0.8298	1	
BOB						
	1	- 0.2410	0.1390	0.2414	0.1659	
	- 0.2410	1	- 0.5930	- 0.3063	- 0.2214	
	0.1390	- 0.5930	1	0.4741	0.4087	0,280
	0.2414	- 0.3063	0.4741	1	0.7763	
	0.1659	- 0.2214	0.4087	0.7763	1	
HARRIS						
	1	0.2983	0.4472	0.3313	0.1087	
	0.2983	1	- 0.2728	- 0.0529	- 0.1838	
	0.4472	- 0.2728	1	0.7233	0.5370	0,370
	0.3313	- 0.0529	0.7233	1	0.7422	
	0.1087	- 0.1838	0.5370	0.7422	1	
SANDY						
	1	- 0.5835	0.4842	0.5618	0.4383	
	- 0.5835	1	- 0.7133	- 0.6121	- 0.5093	
	0.4842	- 0.7133	1	0.8147	0.7354	0,260
	0.5618	- 0.6121	0.8147	1	0.7222	
	0.4383	- 0.5093	0.7354	0.7222	1	
PAUL						
	1	0.0803	0.0466	0.2293	- 0.0002	
	0.0803	1	- 0.2307	- 0.1758	- 0.1246	
	0.0466	- 0.2307	1	0.5094	0.3427	0,260
	0.2293	- 0.1758	0.5094	1	0.3341	

!GET CØRRSØ

!RUN

NØM DU SUJET ?M

MIKE

n°20

NB DE MESURES ?40

ABSCISSE DES MESURES?162,174,270,294,334,342,366,390

?570,582,606,618,630,654,678,702,726,750,774,798,822,846,870,894

?918,942,990,1014,1038,1062,1110,1134,1158,1182,1206,1230,1254,1278,\

?1302,1326

H	SRT	Q1	Q2	Q3
162	209	40	4	40
174	195	36	7	36
270	226	37	13	33
294	228	40	15	35
334	278	2	37	13
342	245	41	15	27
366	183	42	7	35
390	265	37	11	32
570	226	-1	28	23
582	212	30	11	39
606	250	40	25	30
618	198	10	22	26
630	239	40	30	25
654	249	45	30	25
678	216	40	16	28
702	204	45	9	40
726	210	45	26	40
750	232	44	9	39
774	197	45	9	40
798	224	30	9	33
822	235	15	25	32
846	253	8	40	20
870	225	42	15	41
894	186	40	16	43
918	203	34	5	40
942	224	40	30	24
990	212	44	6	22
1014	239	43	35	15
1038	217	35	44	20
1062	234	40	20	35
1110	220	40	10	32
1134	234	40	8	25
1158	235	38	6	22
1182	254	40	12	25
1206	221	42	12	27
1230	216	34	11	25
1254	241	35	12	29
1278	234	35	10	24
1302	203	24	15	25
1326	229	29	18	21

S(Q)	1387	683	1186
S(Q*2)	53469	15923	37486
S(SRT)	8775	9001	9001
S(SRT*2)	1991370	2042450	2042450
N	39	40	40
S(Q*SRT)	309997	157154	263518

* p < 0.01

** p < 0.001

MØYENNE

225.025 35.564 17.075 29.650

ECART-TYPE

20.876 10.439 10.452 7.714

CØEFF.CØRREL

-0.2476 +0.4068* -0.5352**

STØP AT 760

!

JUN
NØM DU SUJET ?C
NB DE MESURES ?66

CHRIS.

n°21

ABSCISSE DES MESURES? 546, 554, 564, 574, 594, 602, 612, 622, 642, 650, 660
?670, 690, 698, 708, 718, 732, 738, 746, 756, 766, 780, 786, 794, 804, 814, 834
?842, 852, 862, 882, 890, 900, 910, 930, 938, 948, 958, 978, 986, 996, 1006, 1026
~~?1034, 1044, 1054, 1074, 1082, 1092, 1102, 1116, 1122, 1130, 1140, 115500\ -10033-10~~
?1034, 1044, 1054, 1074, 1082, 1092, 1102, 1116, 1122, 1130, 1140
?1150, 1170, 1178, 1188, 1198, 1212, 1226, 1236, 1246, 1274, 1284
?1294

H	SRT	Q1	Q2	Q3
546	205	-1	7	40
554	201	12	42	12
564	212	41	0	40
574	222	27	20	29
594	230	-1	0	42
602	234	37	35	37
612	198	38	0	35
622	225	42	42	42
642	203	-1	0	40
650	213	33	15	36
660	257	45	0	40
670	223	20	30	25
690	210	-1	0	42
698	247	45	23	37
708	204	45	8	40
718	210	26	26	25
732	199	42	0	35
738	218	-1	0	40
746	244	29	34	30
756	213	45	4	37
766	220	36	14	33
780	214	42	3	33
786	195	-1	0	37
794	186	16	10	25

H	SRT	Q1	Q2	Q3
804	221	42	3	27
814	235	40	20	25
834	175	-1	0	32
842	202	26	15	28
852	211	40	0	34
862	220	33	11	33
882	222	-1	0	36
890	213	41	4	34
900	183	44	0	27
910	215	0	0	30
930	253	-1	33	29
938	225	25	15	27
948	205	36	0	28

958	235	45	38	27	S(Q)	1921	564	2082
978	215	-1	0	35	S(Q+2)	75815	13542	67576
986	222	50	4	31	S(SRT)	11457	14517	14517
996	204	37	0	31	S(SRT+2)	2537820	3212300	3212300
1006	210	43	6	30	N	52	66	66
1026	217	-1	0	31	S(Q*SRT)	425454	127338	457820

1034	222	45	4	31					
1044	222	42	3	31	MØYENNE	219.955	36.942	8.545	31.545
1054	236	40	2	33	ECART- TYPE	17.197	9.750	11.584	5.404
1074	237	-1	0	29	CØEFF. CØRREL		+0.2723	+0.2535	-0.0207
1082	230	45	2	29	STØP AT 760				

1092 218 38 0 30 !

1102 235 50 17 25

1116 212 39 0 29

1122 247 -1 0 32

1130 216 26 7 28

1140 241 36 0 31

RUN
NOM DU SUJET BOB
NB DE MESURES ? 42

BOB

n°22

ABSCISSE DES MESURES? 198, 223, 242, 252, 276, 286, 294, 319, 338, 348
? 478, 486, 498, 511, 530, 540, 561, 574, 582, 594, 626, 636, 656, 670, 678
? 690, 703, 722, 848, 1136, 1150, 1158, 1170, 1202, 1212, 1232, 1246, 1254
? 1266, 1279, 1298, 1308

H	SRT	Q1	Q2	Q3
198	259	45	30	30
223	206	45	5	40
242	206	45	10	40
252	213	40	5	40
276	211	40	20	35
286	206	45	5	40
294	233	40	20	35
319	206	45	5	40
338	225	45	16	40
348	222	46	5	45
478	226	10	10	40
486	213	45	15	35
498	222	40	20	35
511	185	45	10	40
530	251	40	10	40
540	219	45	10	35
561	231	45	15	35
574	198	35	15	30
582	240	40	10	35
594	244	40	10	40
626	294	40	15	40
636	190	45	10	40
656	219	35	14	36
670	182	-1	15	35
678	223	20	15	35
690	216	40	10	40
703	216	40	10	40
722	249	45	10	40
848	213	45	5	40
1136	237	45	5	40
1150	249	35	10	40
1158	252	45	10	40
1170	267	35	5	40
1202	257	45	5	40
1212	233	45	5	40
1232	221	45	5	40
1246	265	40	10	40
1254	251	45	10	40
1266	248	40	10	40
1279	247	35	10	40
1298	271	30	15	35
1308	243	35	10	35

S(Q)	1651	460	1606
S(Q+2)	68541	6202	61796
S(SRT)	9477	9659	9659
S(SRT+2)	2212810	2245930	2245930
N	41	42	42
S(Q*SRT)	380642	106311	369584

MØYENNE	229.976	40.268	10.952	38.238
ECART- TYPE	24.491	7.172	5.328	3.066
CØEFF. CØRREL		-0.1449	+0.0975	+0.0786
STØP AT	760			

!

RUN

NOM DU SUJET ?HARRIS

n°23

NB DE MESURES ?44

ABSCISSE DES MESURES?166,174,186,199,218,248,270,295

?314,343,358,391,410,440,462,487,506,535,558,602,631,5\654

?679,698,728,750,775,794,824,846,871,890,920,942,967,986,1016

?1038,1063,1082,1112,1134,1159,1178

H	SRT	Q1	Q2	Q3
166	160	-1	0	40
174	206	40	35	30
186	189	25	25	25
199	164	40	35	40
218	197	30	35	20
248	182	40	40	40
270	190	30	30	20
295	199	40	20	40
314	173	35	35	35
343	179	30	15	40
358	155	-1	15	25
391	168	35	15	35
410	176	5	15	15
440	168	15	20	30
462	189	25	31	20
487	167	25	15	40
	172	25	40	15
	194	25	30	35
	191	25	40	15
602	193	25	25	30
631	176	30	25	35
654	193	25	40	20
679	183	5	5	5
698	177	5	15	25
728	167	15	15	35
750	206	20	30	25
775	192	40	35	10
794	217	35	25	25
824	192	40	5	40
846	212	35	40	35
871	180	45	35	40
890	201	35	30	25
920	195	40	20	40
942	210	25	30	25
967	182	40	25	35
986	238	30	30	30
1016	191	40	15	40
1038	208	30	30	30
1063	199	35	35	30
1082	200	10	40	15
1112	216	36	11	35
1134	205	35	30	25
1159	178	40	10	35
1178	221	35	25	25

S(Q)	1241	1117	1275
S(Q*2)	41171	33357	40675
S(SRT)	8036	8351	8351
S(SRT*2)	1549020	1598640	1598640
N	42	44	44
S(Q*SRT)	238891	214725	240855

MOYENNE	189.795	29.547	25.386	28.977
ECART-TYPE	17.822	10.479	10.783	9.312
CØEFF. CØRREL		+0.2013	+0.3295	-0.1589
STJP AT 760				

RUN
NOM DU SUJET ? 42 PAUL
NB DE MESURES ? 42

PAUL

n° 24

ABSCISSE DES MESURES ? 200, 214, 222, 3\234, 247, 266, 276, 392, 406
? 414, 426, 439, 458, 468, 776, 790, 798, 810, 823, 842, 852, 871, 886, 894
? 906, 919, 938, 948, 968, 982, 990, 1002, 1016, 1034, 1044, 1064, 1078
? 1086, 1098, 1111, 1130, 1140

H	SRT	Q1	Q2	Q3
200	222	45	10	35
214	217	45	15	35
222	225	40	25	30
234	225	-1	20	40
247	186	25	30	30
266	239	45	25	35
276	227	45	5	40
392	225	15	20	25
406	216	-1	15	30
414	202	30	25	25
426	211	40	10	30
439	212	35	25	30
458	193	40	15	35
468	210	40	15	30
776	209	20	10	35
790	196	-1	5	30
798	212	30	20	30
810	205	20	20	30
823	200	35	15	30
842	225	40	20	30
852	230	35	20	25
871	191	40	10	35
886	216	35	25	30
894	224	30	20	30
906	226	35	15	30
919	202	35	15	35
938	226	30	20	25
948	228	25	15	30
968	239	35	10	30
982	207	35	20	30
990	212	40	25	25
1002	233	-1	15	35
1016	190	40	15	35
1034	231	40	20	35
1044	223	25	20	30
1064	218	35	10	35
1078	231	30	15	30
1086	217	25	15	25
1098	232	30	10	25
1111	234	15	15	30
1130	206	35	15	30
1140	234	40	15	35

S(Q)	1280	705	1305
S(Q+2)	45500	13175	41175
S(SRT)	8237	9107	9107
S(SRT+2)	1792770	1982750	1982750
N	38	42	42
S(Q*SRT)	277390	152780	282905

MØYENNE	216.833	33.684	16.785	31.071
ECART- TYPE	14.012	8.027	5.719	3.909
CØEFF. CØRREL		-0.0160	-0.0266	-0.0278
STØP AT 760				
!				

RUN
NOM DU SUJET ?SANDY
NB DE MESURES ?58

n°25

ABSCISSE DES MESURES? 320, 334, 342, 354, 367, 386, 396, 416, 430, 438
?450, 463, 482, 492, 512, 526, 534, 546, 559, 578, 588, 718, 726, 738, 770
?780, 896, 910, 918, 930, 943, 972, 992, 1006, 1014, 1026, 19\039, 1058
?1068, 1102, 1110, 1122, 1135, 1154, 1164, 1184, 1198, 1206, 1218 1231-
?1068, 1102, 1110, 1122, 1135, 1154, 1164, 1184, 1198, 1206, 1218
?1231, 1250, 1260, 1280, 1294, 1302, 1314, 1327, 1346

H	SRT	Q1	Q2	Q3
320	219	35	15	35
334	190	2	30	30
342	239	15	45	15
354	209	45	35	30
367	197	40	15	35
386	251	15	40	20
396	215	25	25	25
416	222	15	40	25
430	201	5	35	20
438	273	10	45	10
450	254	35	15	35
463	207	45	15	30
482	230	20	30	25
492	188	45	10	35
512	248	25	15	35
526	230	10	40	20
534	255	35	40	25
546	202	30	10	35
559	186	40	15	33
578	278	5	40	15
588	239	35	25	30
718	215	17	35	15
726	215	27	42	10
738	218	31	16	30
770	229	20	30	24
780	206	35	20	25
896	200	35	10	35
910	210	-1	20	35
918	240	35	35	35
930	218	35	20	35
943	185	40	15	34
972	232	36	15	25
992	219	40	10	30
1006	218	-1	35	25
1014	254	26	43	12
1026	219	30	10	25
1039	258	35	15	25
1058	213	35	30	25
1068	298	35	15	24
1102	213	-1	35	25
1110	234	35	30	25
1122	230	40	15	30
1135	260	40	15	35
1154	218	35	35	25
1164	191	40	10	30
1184	212	45	5	30
1198	234	15	40	15
1206	252	30	30	25
1218	199	30	10	30
1231	209	35	15	30
1250	224	35	16	30
1260	246	39	10	30

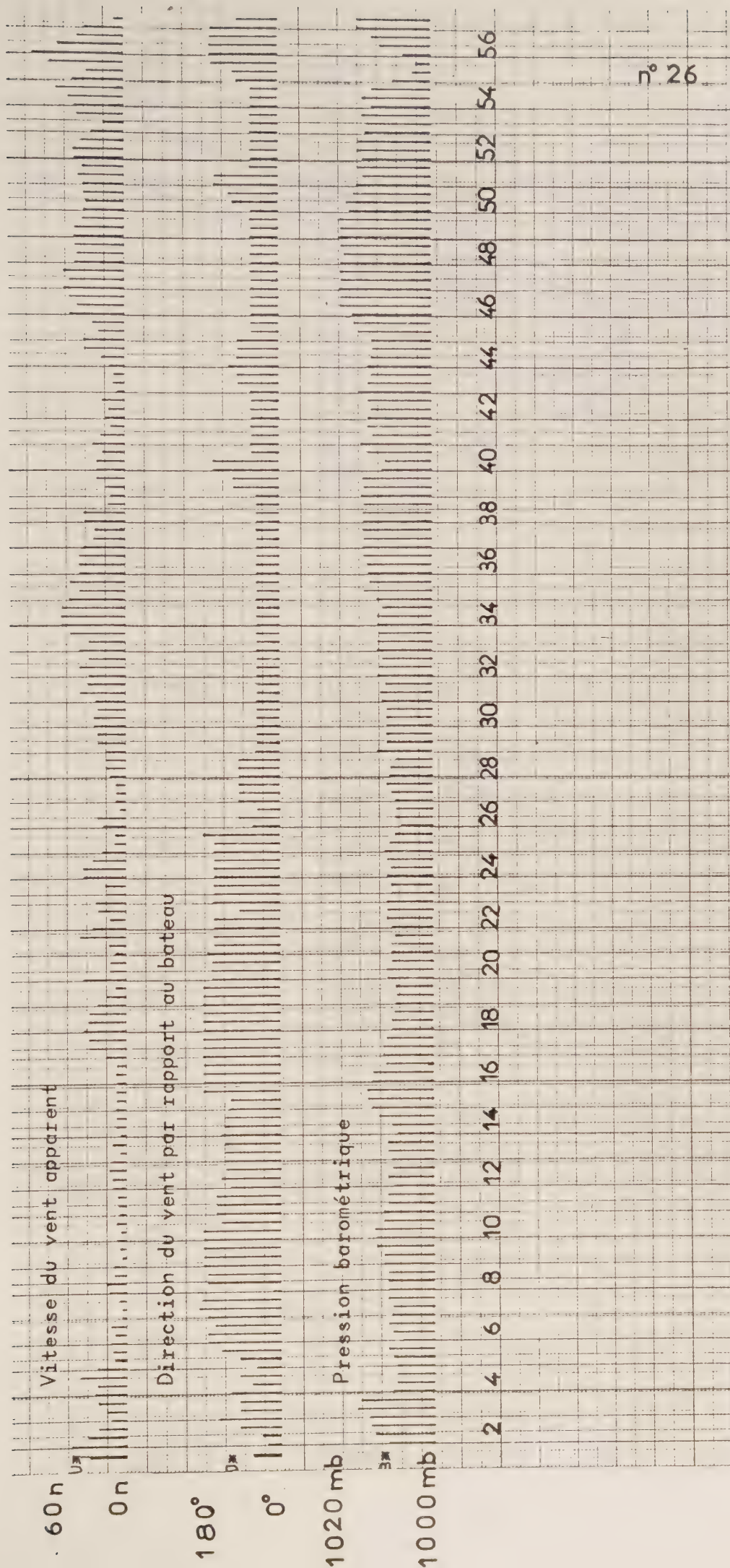
H SRT Q1 Q2 Q3

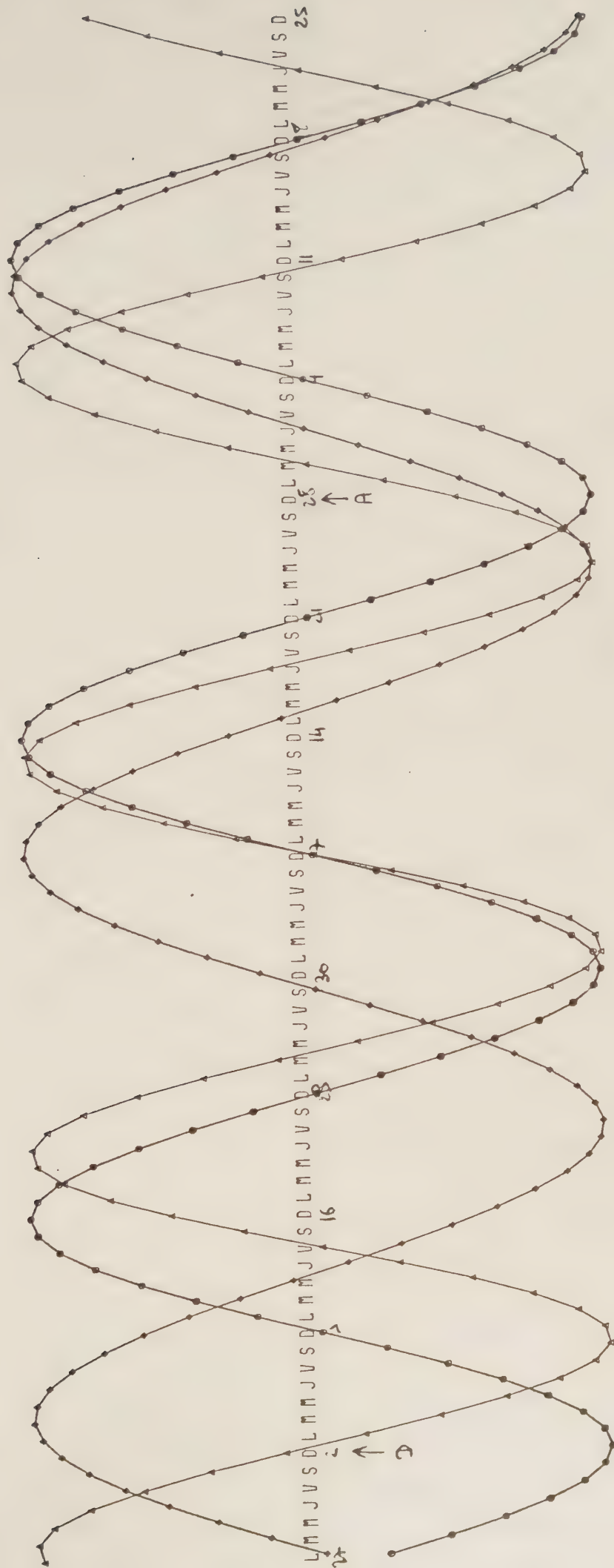
p < 0.01

1280	240	15	30	30
1294	210	20	40	25
1302	270	30	40	25
1314	185	40	12	30
1327	208	20	25	30
1346	258	15	30	30
S(Q)		1603	1439	1562
S(Q+2)		53701	43719	44616
S(SRT)		12432	13073	13073
S(SRT+2)		2846250	2983240	2983240
N		55	58	58
S(Q*SRT)		358423	330329	348539

MØYENNE	225.397	29.145	24.810	26.931
ECART-TYPE	25.350	11.369	11.859	6.688
CØEFF. CØRREL		-0.2463	+0.3491*	-0.3653*

STOP AT 760





SRT elevs

n° 28

CYCLE AFFECTIF

CYCLE INTELLECTUEL

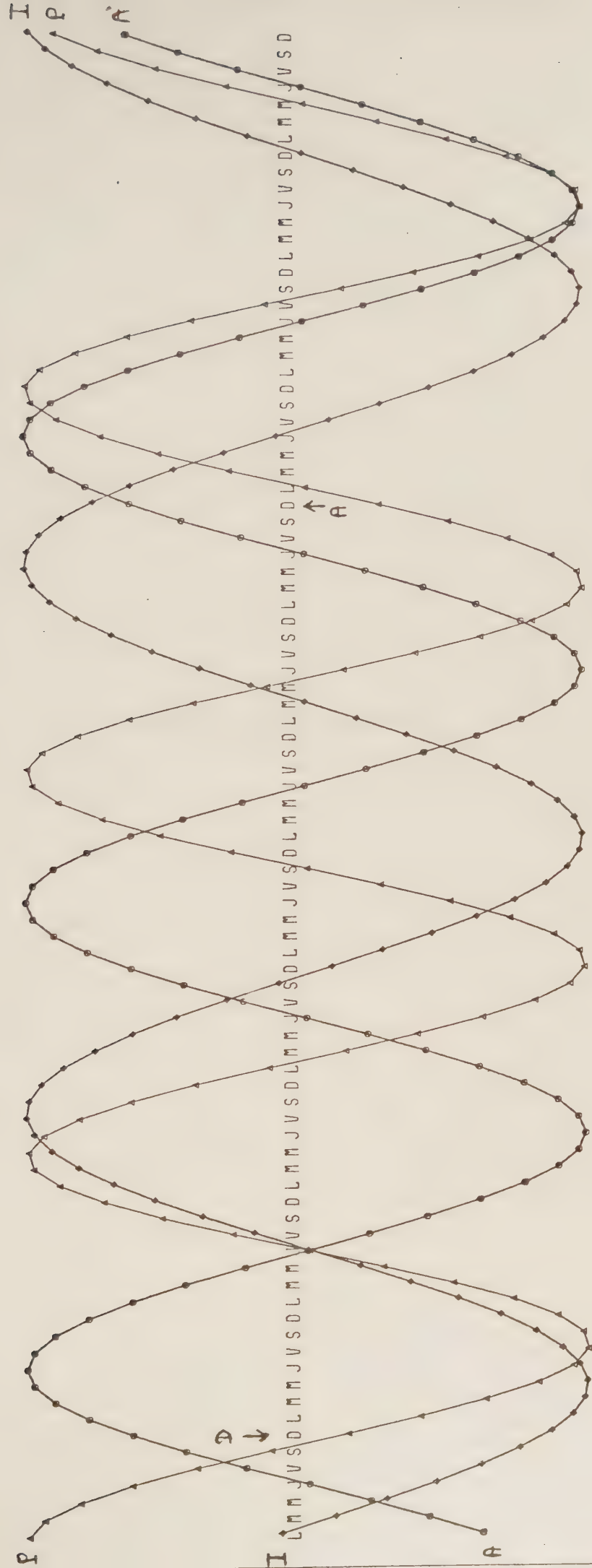
CYCLE PHYSIQUE

SANDY NE LE 11. 8.1950

DEBUT DU TRACE 27. 8.1979

NOMBRE DE JOURS VECUS : 10608

n° 32



CYCLE PHYSIQUE

CYCLE INTELLECTUEL

CYCLE AFFECTIF

BIBLIOGRAPHIE

1 - ADKINS S.

Performance, heart rate, and respiration rate on the day-night continuum

Percept. Mot. Skills (1964) 18 : 409 - 412

2 - ANGIBOUST R., GOUARS M.

Tentative d'évaluation de l'efficacité opérationnelle du personnel de l'aéronautique militaire au cours de veilles nocturnes.

In Aspects of Human Efficiency. Ed. by COLQUHOUN (1972)

M.R.C. Applied psychology Unit Cambridge U.K.

3 - ASCHOFF J.

Exogenous and Endogenous components in circadian rhythms)

(Cold Spring Harb. Symp. quant. Biol. - (1960) 25 : 11 - 28

4 - ASCHOFF J.

Circadian rhythms in man : a self-sustained oscillation with a inherent frequency underlies human 24 - hour periodicity.

Science (1965) 148, 1427 - 1432

5 - BESTERMAN E., MYAT G., and TRAVADI V.

Diurnal variations of platelet stickiness compared with effects produced by adrenaline.

Brit. méd. J. (1967) 1, 597 - 600

6 - BJERNER B.

Alpha depression and Lowered pulse rate during delayed actions in a serial reaction test. A study in sleep deprivation.

Acta. physiol. Scand. (1949) 19, suppl. 65 : 4 - 93

7 - BJERNER B., HOLM A., and SVENSSON A.

Diurnal variation in mental performance.

Brit. J. industr. Med. (1955) 12 : 103 - 110

8 - BLAKE M.J.F.

Physiological and temperamental correlates of performance at different times of day.

Ergonomics (1965) 8 : 375 - 376

9 - BLAKE M.J.F.

Time of day effects on performance in a range of tasks psychol. Sci. (1967) 9 : 349 - 350

10 - BRINDLEY G.S.

Intrinsic 24 hour rhythms in human physiology and their relevance to the planning of working programs.

R.A.F. inst. Aviation FPRC (1954) 871

11 - BROD J. and FENCL U.

Diurnal variations of systemic and renal haemodynamics in normal subjects and in hypertensive discases.

Cardiologia, Basle (1957) 31 : 494 - 499

12 - BROWNE R.C.

The day and night performance of teleprinter switchboard operators. Occup. Psychol. (1949) 23 : 1 - 6

13 - BROWN I.D.

Measurement of control skills, vigilance and performance on a subsidiary task during 12 hours car driving.

Ergonomics (1967) 10 : 665 - 673

14 - BRUSH C.E. and FAYERWEATHER R.

Observations on the changes in blood pressure during normal sleep.

Amer. J. Physiol. (1901) 5 : 199 - 210

15 - CANTRELL M.D.

Prolonged Exposure to Intermittent Noise : Audiometric Biochemical, Motor, Psychological and sleep effects.

Reprint from the Laryngoscope, Supplement n° 1, vol. LXXXIV, n°10, Part 2, october 1974.

- 16 - CARSKADON M.A., DEMENT W.C.
Sleep studies on a 90 minute day.
Electroencephal. and clini. Neurophysiol. (1975) 39 : 145 - 155
- 17 - COLQUHOUN W.P. and HOCKEY G.R.J.
Aspects of Human efficiency
The English Universities Press Limited (1972) M.R.C. Applied Psych.
Unit Cambridge U.K.
Diurnal variation in human performance : A Review 1 - 23
- 18 - CONROY R.T. W.L.
Circadian rhythm of II hydroxycorticosteroids in night workers.
J. Physiol. (1967) 191 : 21 - 22 P
- 19 - CONROY R.T.J.M., MILLS J.M.
Human circadian rhythms
J & A Churchill, London, (1970)
- 20 - CROCKFORD G.W. and DAVIES C.T.M.
Circadian variations in responses to submaximal exercise on a bicycl
ergometer.
J. Physiol. (1969) 201 : 94 - 95 P
- 21 - DAVY J.
Miscellaneous observations on animal heat
Phil. Trans. (1844) 1 : 57 - 64
- 22 - DAVY J.
On the temperature of man
Phil. Trans. (1845) 2 : 319 - 333
- 23 - EVANS J.I., CHRISTIE G.A., LEWIS S.A., DALY J. and MOORE-ROBINSON M.
Sleep and time zone changes
Arch. Neurol. (1972) 26 : 36 - 48

24 - FORET J., LANTIN G.

The sleep of train drivers : An example of the effects of irregular work schedules on sleep.

Laboratoire de Physiologie du travail Paris.

In Aspects of Human Efficiency Ed. COLQUHOUN W.P.

M.R.C. Applied Psychology Unit : Cambridge U.K. (1972)

25 - FORET J., BENOIT O.

Structure du sommeil chez des travailleurs à horaires alternants.

Electroencephal. clin. neurophysiol. (1974) 37 : 337 - 344

26 - FORT A.

Circadian alterations in alertness

J. physiol. (1968) 197 : 82 - 83 P

27 - GATES A.I.

Variations in efficiency during the day.

University of California Publications in Psychology 2 (1916)

28 - GLOBUS G.G., PHOEBUS E.C., BOYD R.

Temporal organization of night worker's sleep

Aerospace med. (1972) 43 : 266 - 268

29 - GLOBUS G.G., DRURY R., PHOEBUS E.C., BOYD R.

Ultradian rhythms in performance.

Psychophysiol. (1972) 9 : 132

30 - GRABER A.L., GIVENS J.R., NICHOLSON W.E., ISLAND D.P. and LIDDLE G.W.

Persistence of diurnal rhythmicity in plasma ACTH concentrations in cortisol - deficient patient.

J. clin. Endocrin. (1965) 25 : 804 - 807

31 - GRABER A.L., NEY R.L., NICHOLSON W.E., ISLAND D.P., and LIDDLE G.W.

Natural history of pituitary - adrenal recovery following long term suppression with corticosteroids.

J. Clin. Endocrin. (1965) 25 : 11 - 16

32 - HALBERG F.

Physiologie 24 hours periodicity : General and procedural considerations with reference to the adrenal cycle.

Z. Vitam. Horm. u. Fermentforsch. (1959) 10 : 225 - 296

33 - HALBERG F.

Implications of biologic rhythms for clinical practice

Hospital Practice (janv. 1977) 12, 1, 139 - 149

34 - HOLLINGWORTH H.L.

Variations in efficiency during the working day.

Psychol. Rev. (1914) 21 : 473 - 491

35 - JAEGER H.

Über die körperwärme des gesunden Menschen.

Dtsch. Arch. Klin. Med. (1881) 29 : 516 - 536

36 - JANSEN G., RUTENFRANZ J. and SINGER R.

Über eine circadiane Rhythmik sensumotorischer Leistungen.

Int. Z. angew. Physiol. (1966) 22 : 65 - 83

37 - JOHNSON A.C., NAITON P.

The operational consequences of sleep deprivation and sleep deficit for flight personnel.

AGARD - AG 193 . 21 p 2521 N 74 31550

38 - JORES A.

Physiologie und pathologie der 24 stunden rhythmik des menschen.

Ergebn. inn. med. Kinderheilk (1935) 48 : 574 - 629

39 - KAISER F. and MAURATH J.

Kreislaufdynamische 24 stunden rhythmik beim menschen.

Klin. Wschr (1949) 27 : 659 - 662

- 40 - KARACAN I., FINLEY W.W., WILLIAMS R.L. and HURSCH C.J.
Changes in stage I. REM and stage 4 sleep during naps.
Biol. Psychiat. (1970) 2 : 261 - 265
- 41 - KEEIN K.E., WEGMANN H.M., and BRUNER H.
Circadian rhythm in indices of human performance, physical fitness
and stress resistance.
Aerospace . Med. (1968) 39 : 512 - 518
- 42 - KLEITMAN N. and RAMSAROOP A.
Periodicity in body temperature and heart rate.
Endocrinology (1948) 43 : 1 - 20
- 43 - KLEITMAN N., ENGEL MANN T.H.
Sleep Characteristics of infants.
J. Appl. Physiol. (1953) 6, 269
- 44 - KLEITMAN N. and KLEITMAN E.
Effect of non twenty-four hour routines of living on oral temperature
and heart rate.
J. appl. Physiol. (1953) 6 : 283 - 291
- 45 - KLEITMAN N.
Sleep and Wakefulness.
(1963) 2nd Ed. Chicago and London : University of Chicago Press.
552 p.
- 46 - KRIEGER
Über die Entstehung von Entzündlichen und fieberhafter Krankheiten.
Z. Biol. (1869) 5 : 476 - 535
- 47 - KUHLEMEIER K.V. and MILLER J.M.
Pulse rate rectal temperature relationships during prolonged work.
J. appl. Physiol. (1978) 44 : 450 - 454

48 - LAIRD D.A.

Relative performance of college students as conditioned by time of day and day of week.

J. exp. Psychol. (1925) 8 : 50 - 63

49 - LEITHEAD C.S. and LIND A.R.

Heat stress and heat disorders.

London Cassel 1964

50 - LEVI L.

Physical and mental stress reactions during experimental conditions simulating combat.

Sartz. Försvarsmedicin (1966) 2 : 3 - 8

51 - LEWIS P.R., LOBBAN M.C. and SHAW T.I.

Pattens of urine flow in human subjects during a prolonged period life on a 22 hour day.

J. Physiol. (1956) 133 : 659 - 669

52 - LIDDLE G.W.

Analysis of circadian rhythms in human adreno cortical secretory activity.

Arch. intern. med. (1966) 117 : 739 - 743

53 - LUCE G.

Biological rhythms in psychiatry and medicine.

Public Health Service Publication n° 2088 (N.I.M.H.) Washington D.C.
1970, 183 p.

54 - MARON L., RECHTSCHAFFEN A., WOLPERT E.A.

The sleep cycle during napping.

Arch. Gen. Psychiat. (1964) 11 : 503 - 508

55 - MAYENCON R.

Des influences atmosphériques sur le facteur humain du régatier.
Assises nationales de médecine appliquée au yachting 12-13 mai 1973
E.M.V. BEG.ROHU

56 - MENZEL W.

Menschliche Tag-Nacht - Rhythmik und Schichtarbeit
Basel and Stuttgart - (1962) Benno Schwabe and Co.

57 - MOSES J.M., HORD D.J., LUBIN A., JOHNSON L.C., and NAITOH P.

Dynamics of napsleep during a 40 hour period.
Electroencephal. clin. neurophysiol. (1975) 39 : 627 - 633

58 - MOSES J.M., LUBIN A., JOHNSON L.C., NAITOH P.

Rapid eye movement cycle is a sleep - dependent rhythm.
Nature, (1977) 265 : 360 - 361

59 - MUSCIO B.

Fluctuations in mental efficiency.
Brit. J. psychol. (1920) 10 : 327 - 344

60 - NEY R.L., SCHIMIZU N., NICHOLSON W.E., ISLAND D.P. and LIDDLE G.W.

Correlation of plasma ACTM concentration with adreno-cortical respons
in normal human subjects, surgical patients, and patients with
cushing's disease.
J. clin. Invest. (1963) 42 : 1669 - 1677

61 - ORTH D.N., ISLAND D.P. and LIDDLE G.W.

Experimental alteration of the circadian rhythm in plasma cortisol
(17.OHCS) concentration in man.
J. clin. Endocrin. (1967) 27 : 549 - 555

62 - PFAFF D.

Effects of temperature and time of day on time judgements.
exp. Psychol. (1968) 76 : 419 - 422

63 - PIRNAY F., PETIT J.M. et DEROANNE R.

Evolution comparée de la fréquence cardiaque et de la température corporelle pendant l'exercice musculaire à haute température.
Int. Z. angew. physiol. (1969) 28 : 23 - 30

64 - PITTENDRIGH C.S.

Circadian rhythms and the circadian organization of living systems.
Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. Long island Biol.
Assoc. N.Y. (1960) 25, 159 - 182

65 - REINBERG A.

Des rythmes biologiques à la chronobiologie.
1974, Gauthier Villards (eds), Paris Bruxelles Montréal

66 - RICHARDSON D. and Coll.

Variation in arterial pressure throughout the day and night.
Clin. Sci. (1964) 26 : 445 - 460

67 - RINGER S. and STUART A.P.

On the temperature of the human body in health.
Proc. Roy. Soc. B (1877) 26 : 186 - 210

68 - RIVLIN R.S. and MELMON K.L.

Cortisone provoked depression of plasma thyroxine concentration :
relation to enzyme induction in man.
J. clin. Invest. (1965) 44 : 1690 - 1698

69 - SCHOTT B., MOURET J., FISCHER C., TRILLET M. et R. de VILLARD

Le sommeil et ses troubles.
XCVIe jeudi de l'EUROPE.
Lyon Médical (1978) 240, 15, 177 - 193

- 70 - SMOLENSKY M.H., TATAR S.E., BERGMAN S.A., LOSMAN J.G., BARNARD C.M.,
DACSO C.C., KRAFT I.A.

Circadian rhythmic aspects of human cardiovascular function : a
review by chronobiologic statistical methods.

Chronobiologia Vol III oct-déc. (1976) number 4

- 71 - TAUB J.M., BERGER R.J.

Sleep stage pattern associated with acute shifts in the sleep wake-
fulness cycle.

Electroencephal. Clin. Neurophysiol. (1973) 35 : 613 - 619

- 72 - THAYER R.E.

Measurement of activation through self-report

Psychol. Rep. (1967) 20 : 663 - 678

- 73 - TUNE G.S.

Sleep and wakefulness in 509 normal human adults.

Brit. J. med. Psychol. (1969) 42 : 75 - 80

- 74 - VOGT J.J., FOEHR R. und SEYWERT L.

Die Bewertung der motorischen und thermischen belastung des Arbeiters
durch fortlaufende messung der Puesfrequenz am Arbeitsplatz.

Z. Arb. Wiss (1976) 30 : 165 - 170

- 75 - VOGT J.J.

Ambiance thermique de travail.

Archives des maladies professionnelles de médecine du travail et de
sécurité sociale (Paris 1979) 40, n° 1-2, janv.-fév. 131 - 190

- 76 - VOJTECHOVSKY M., SIMANE E. and HORT V.

An experimental approach to sleep and ageing. Paper read at Int.
Sympos. Exp. Gerontology, Liblice, Czechoslovakia (déc. 1967)

77 - WEBB W.B. and AGNEW H.

Reaction time and serial response efficiency on arousal from sleep.
Percept. Mot. Skills (1964) 18 : 783 - 784

78 - WEBB W.B., AGNEW H.W

Sleep cycling within 24 hours periods.
J. Exp. Psychol. (1967) 74 : 158 - 160

79 - WEBB W.B. and AGNEW H.W., Jr

Measurement and characteristics of nocturnal sleep.
in L.E. Abt and B.F. Riess (Eds), Progress in clinical psychology.
Vol. 8 Dreams and Dreaming New-York : Grune and stratton (1969)
Pp 2 - 27.

80 - WEBB B.

Patterns of sleep Behaviour.
On Aspects of Human efficiency . COLQUHOUN W.P.
The English Universities Press Limited (1972)

81 - WEITZMAN E.D., GOLDMACHER D., KRIPKE D.F.

Reversal of sleep waking cycle : effect on sleep stage pattern and
certain neuroendocrine rhythms.
Trans. Amer. Neurol. Assoc. (1968) 93, 153 - 157

82 - WEITZMAN E.D., NOGEIRE C., PERLOW M., FUKUSHIMA D., SASSIN J.,

Mc GREGOR P., GALLAGHER T.F., HELLMAN L.

Effects of a prolonged 3 hour sleep - wake cycle on sleep stages,
plasma cortisol, growth hormone and body temperature in man.
J. Clin. Endocrin. (1974) 38 : 1018 - 1030

83 - WILKINSON R.T.

Sleep deprivation - Eight questions.
in Aspects of Human Efficiency Ed. By COLQUHOUN (1972)
M.R.C. Applied Psychology Unit, 5 shaftesbury road Cambridge CB2 2BW

84 - WILLIAMS H.L., GIESKING C.F. and LUBIN A.

Some effects of sleep loss on memory.

Percep. Mot. skills (1966) 23 : 1287 - 1293

85 - WYATT S. and WESTON M.C.

A performance test under industrial conditions.

Brit. J. Psychol. (1920) 10 : 293 - 309

86 - ZSOTER T. and SEBOK S.

Daily variation of antidiuretic substance in the blood serum.

Acta. Med. scand. (1955) 152 : 47 - 52

87 - ZULCH K.J. and HOSSMANN V.

24 hour rhythm of Human blood pressure

Ger. med. mon. (1967) 12 : 513 - 518

